REPOSITORIO ACADEMICO USMP

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO Y MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES EN LA QUEBRADA MALANCHE UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

PRESENTADA POR

JOHAN ARMANDO ORMEÑO GIL

ASESORES

ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO

JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

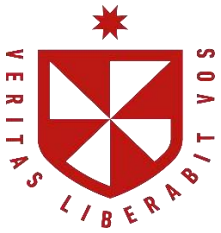
LIMA – PERÚ
2023

CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/



USMP
UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO Y MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES EN LA QUEBRADA MALANCHE UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

PARA OPTAR

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

JOHAN ARMANDO ORMEÑO GIL

ASESORES

MAG. ING. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO

MAG.ING. JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

LIMA, PERÚ

2023

DEDICATORIA

Le dedico el presente trabajo de investigación a mi familia. Principalmente a mis padres que estuvieron apoyándome en todo momento. Me enseñaron valores, principios y perseverancia que reflejan la persona que hoy en día soy. A mis hermanos que son parte de mi felicidad y que son mi inspiración para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Al culminar este trabajo de investigación solo me queda dar las gracias. Este trabajo de investigación fue posible gracias a mis asesores, con sus aportes y consejos profesionales, hicieron posible lo que hoy he logrado. A mis padres que estuvieron siempre en mis largas horas de estudio. Siempre siendo mi guía, para no perderme en este trayecto del camino.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN i

ABSTRACT II

INTRODUCCIÓN III

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática 1

1.2 Formulación del problema 6

1.2.1 Problema general 7

1.2.2 Problemas específicos 7

1.3 Objetivos de la investigación 8

1.3.1 Objetivo general 8

1.3.2 Objetivos específicos 8

1.4 Justificación de la investigación 8

1.4.1 Importancia de la investigación 8

1.5 Impacto de la investigación 12

1.5.1 Impacto Teórico 12

1.5.2 Impacto Practico 12

1.6 Viabilidad de la investigación 13

1.6.1 Viabilidad técnica 13

1.6.2 Viabilidad económica 13

1.6.3 Viabilidad social 14

1.7 Alcances y limitaciones 14

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 15

Pág.

2.1.1 Antecedentes Internacionales 16
2.1.2 Antecedentes Nacionales 20
2.2 Bases teóricas 24
2.2.1 Muro Gaviones 58
2.2.2 Muro Enrocado 59
2.3 Definiciones de términos básicos 60
2.4 Formulación de la Hipótesis 61
2.4.1 Hipótesis general 62
2.4.2 Hipótesis específicas: 62

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico 64
3.1.1 Tipo de investigación 64
3.1.2 Diseño de la investigación 65
3.1.3 Nivel de investigación 66
3.2 Población y Muestra 66
3.2.1 Población 66
3.2.2 Muestra 68
3.3 Variables y definición operacional 72
3.3.1 Definición de la variable 72
3.3.2 Operacionalización de la variable 72
3.4 Técnicas de recolección de datos 73
3.4.1 Instrumentos 74
3.5 Técnicas de procesamiento de datos 79
3.5.1 Proceso hidrológico 79

Pág.

3.5.2 Proceso hidráulico 79

3.5.3 Proceso diseño estructural 80

CAPITULO IV DESARROLLO

4.1 Desarrollo estudio topográfico 83

4.1.1 Delimitación quebrada Malanche 83

4.1.2 Proceso ensayo de suelo 88

4.2 Proceso datos hidrológicos 93

4.2.1 Ubicación hidrográfica 93

4.2.2 Recolección de datos pluviométricos 94

4.2.3 Proceso estadístico para las precipitaciones máximas 98

4.2.4 Hietogramas de precipitación 111

4.2.5 Proceso simulación de inundación 122

4.3 Desarrollo de la sección del cauce 125

4.3.1 Proceso simulación enrocado 125

4.3.2 Proceso simulación gaviones 129

4.4 Proceso Análisis estructural 135

CAPITULO V RESULTADOS

5.1 Estudio Topográfico 141

5.2 Estudio Hidrológico 143

5.3 Sección estable del cauce 155

5.3.1 Simulación de inundación 155

5.3.2 Sección del cauce 159

5.3.3 Tipo enrocado 160

5.3.4 Tipo gavión 161

5.4 Análisis estructural 165
5.4.1 Análisis tipo enrocado 165
5.4.2 Análisis estructural tipo gavión 166
CAPITULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS
6.1 Contrastación de Hipótesis 172
6.1.1 HG: evaluación de la alternativa más eficiente 172
6.1.2 Hipótesis especificas H1: estudio hidrológico 173
6.1.3 Hipótesis especificas H2: estudio topográfico 173
6.1.4 Hipótesis especificas H3: sección estable del cauce 174
6.1.5 Hipótesis especificas H4: análisis estructural 175
6.2 Contrastación de Antecedentes 175
6.2.1 Antecedentes Internacionales 175
6.2.2 Antecedentes Nacionales 177
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
ANEXOS

ÍNDICE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Censo 2017 distrito Punta Hermosa 11

Tabla 2. Indicador cantidad de calicatas..... 31

Tabla 3. Tamaño de partículas de suelos..... 33

Tabla 4. Clasificación de suelos AASHTO..... 35

Tabla 5. Indicador zona sísmica 37

Tabla 6. Tabla probabilidad de recurrencia..... 43

Tabla 7. Coeficientes de rugosidad de Manning..... 48

Tabla 8. Coeficientes de criterio de MohrCoulomb 55

Tabla 9. Procesamiento de datos 82

Tabla 10. Ubicación de calicatas 88

Tabla 11. Ensayo granulometría..... 90

Tabla 12. Tabla ensayo corte directo..... 91

Tabla 13. Características del suelo (ensayo corte)..... 93

Tabla 14. Categoría del suelo según ángulo de fricción 93

Tabla 15. Características geomorfológicas de la Quebrada Malanche..... 95

Tabla 16. Coordenadas de estaciones pluviométricas 96

Tabla 17. Precipitaciones máximas anuales..... 97

Tabla 18. Pd para distintas frecuencias..... 102

Tabla 19. Factor de ajuste 102

Tabla 20. Pd por tiempos de duración para la estación de Antioquia 103

Tabla 21. Pd para distintas frecuencias de Antioquia..... 103

Tabla 22. Pd para distintas frecuencias de Langa..... 104

Pág.

Tabla 23. Pd para distintas frecuencias de Santiago 104
Tabla 24. Pd para distintas frecuencias Escomarca 105
Tabla 25. Distribución de área por estaciones 106
Tabla 26. Pd distribuido método Thiessen 107
Tabla 27. Intensidad máxima diaria Thiessen 108
Tabla 28. Intensidad - Tiempo 110
Tabla 29. Datos regresión potencial para cada Tr 111
Tabla 30. Datos CN según el tipo de suelo 114
Tabla 31. Coeficiente de material 130
Tabla 32. Coeficiente B 131
Tabla 33. Cálculo de altura socavación 131
Tabla 34. Altura de diseño gavión 132
Tabla 35. Predimensionamiento base gavión 133
Tabla 36. Propiedades geométricas gaviones 133
Tabla 37. Longitud colchón 134
Tabla 38. Espesor colchón reno 134
Tabla 39. Altura estructura tipo gavión 135
Tabla 40. Espesor colchón reno 140
Tabla 41. Parámetros geomorfológicos 141
Tabla 42. Parámetros de quebrada 142
Tabla 43. Resultados pendientes de quebrada 143
Tabla 44. Caudales de diseño para cada periodo de retorno 154
Tabla 45. Resultados simulación inundación 159
Tabla 46. sección estable del cauce métodos 159

Tabla 47. Discusión Hipótesis general 172
Tabla 48. Discusión hipótesis especifica 1 173
Tabla 49. Discusión hipótesis especifica 2 174
Tabla 50. Discusión hipótesis especifica 3 174
Tabla 51. Discusión hipótesis especifica 4 175
Tabla 52. Discusión de antecedentes internacionales 176
Tabla 53. Discusión Antecedentes Internacionales 177
Tabla 54. Discusión de antecedentes nacionales 179
Tabla 55. Discusión Antecedentes Internacionales 180

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Zonas Críticas por inundación 1

Figura 2. Puntos y zonas críticas por inundación 2

Figura 3. Detalle zonas críticas por inundación 3

Figura 4. Zona Afectada Punta Hermosa 2023 4

Figura 5. Diagrama Causa - Efecto 6

Figura 6. Instrumento topográfico (teodolito) 25

Figura 7. Representación geológica de la quebrada 28

Figura 8. Representación de los sedimentos de la quebrada 30

Figura 9. Tamices para ensayo granulometría 33

Figura 10. Sección transversal de un terraplén 36

Figura 11. Zona sísmica Perú 37

Figura 12. Representación ensayo corte directo 38

Figura 13. Equipo para ensayo corte directo 40

Figura 14. Perfil ensayo de corte directo 41

Figura 15. Formula periodo de retorno 43

Figura 16. Gráfico Método Isoyetas 45

Figura 17. Formula polígonos de Thiessen 46

Figura 18. Gráfico Método Thiessen 46

Figura 19. Programa River 49

Figura 20. Programa HEC-RAS 50

Figura 21. Calicata en Quebrada Malanche 51

Figura 22. Fotogrametría 52

Figura 23. Hietogramas 53

Pág.

Figura 24. Criterio de rotura Mohr Coulomb 54
Figura 25. Tipos de fallas en taludes 57
Figura 26. Estructura gaviones 59
Figura 27. Estructura Enrocado 60
Figura 28. Distrito de Punta Hermosa 67
Figura 29. Quebrada Malanche 69
Figura 30. Quebrada Malanche Santa Rosa – Pampa pacta 71
Figura 31. Archivo RASTER 76
Figura 32. Datos Pluviométricos 78
Figura 33. Procesamiento de Imágenes Sas.Planet 81
Figura 34. Archivo Ráster de la cuenca 83
Figura 35. Archivo ráster delimitado 84
Figura 36. Herramienta Flow Acumulation de quebrada Malanche 85
Figura 37. Diseño Flow direction de cuenca 85
Figura 38. Curvas de nivel quebrada malanche 86
Figura 39. Archivo pendiente (ArcGIS) 86
Figura 40. Datos geomorfológicos de la cuenca 87
Figura 41. Geomorfología quebrada Malanche 88
Figura 42. Proceso de ensayo granulometría 89
Figura 43. Curva de distribución granulométrica 90
Figura 44. Representación deformación tangencial 92
Figura 45. Esfuerzo normal vs corte 92
Figura 46. Cuenca quebrada Malanche 94
Figura 47. Precipitaciones Anuales (Antioquia) 99

Figura 48. Delimitación de áreas método Thiessen 106
Figura 49. Curvas IDF de la quebrada 110
Figura 50. Hietograma de precipitación..... 112
Figura 51. Crear nuevo proyecto HEC-HMS 113
Figura 52. Modelo hidrológico (componentes) 113
Figura 53. Tools HEC-HMS..... 113
Figura 54. Tools del componente Precipitation gages..... 115
Figura 55. Datos Pd ingresados HEC-HMS 116
Figura 56. Componente Meteorologic Model 117
Figura 57. Características Control Specifications..... 118
Figura 58. imágenes georreferenciadas de la cuenca..... 120
Figura 59. Proceso de imágenes georreferenciadas..... 121
Figura 60. Delimitación de imágenes a la cuenca 121
Figura 61. Trazo ejes de quebrada y bordes..... 122
Figura 62. Sección tramo km 0.124..... 123
Figura 63. Perfil longitudinal de la quebrada Malanche..... 124
Figura 64. método empírico – cálculo de caudal..... 125
Figura 65. Caudales de diseño método empírico 126
Figura 66. Formula método Petits - River..... 127
Figura 67. Formula método Simons y Henderson 127
Figura 68. Método Blench y Atunin 128
Figura 69. Método Manning y Strickler..... 128
Figura 70. Sección Teórica del Cauce 128
Figura 71. Sección de talud enrocado GeoStudio..... 136

Figura 72. Geomorfología quebrada malanche 141
Figura 73. Pendiente quebrada 142
Figura 74. Simulación escorrentía Tr 2 años 144
Figura 75. Simulación caudal de diseño Tr 2 años 144
Figura 76. Simulacion caudal de diseño Tr 5 años 145
Figura 77. Simulación escorrentía Tr 5 años 146
Figura 78. Simulación caudal de diseño Tr 10 años 147
Figura 79. Simulación escorrentía Tr 10 años 147
Figura 80. Simulación escorrentía Tr 25 años 148
Figura 81. Simulación caudal de diseño Tr 25 años 149
Figura 82. Simulación escorrentía Tr 50 años 150
Figura 83. Simulación caudal de diseño Tr 50 años 150
Figura 84. Simulación escorrentía Tr 100 años 151
Figura 85. Simulación caudal de diseño Tr 100 años 152
Figura 86. Simulación escorrentía Tr 500 años 153
Figura 87. Simulación caudal de diseño Tr 500 años 153
Figura 88. Diagrama caudal de diseño 154
Figura 89. Simulación inundación Balnearios Punta Hermosa 155
Figura 90. Simulación inundación Santa Rosa 157
Figura 91. Simulación inundación Pampa pacta 157
Figura 92. Datos obtenidos de la simulación 158
Figura 93. Tipo enrocado sección Km 0+00 a 1+280 160
Figura 94. Sección enrocado Km 2+700 a 4+400 160
Figura 95. Sección enrocado Km 6+200 a 7+600 160

Figura 96. Sección enrocado Km 8+500 a 9+100 161
Figura 97. Diseño gavión sección Km 0+00 a 1+280 162
Figura 98. Diseño gavión sección Km 2+700 a 4+400 162
Figura 99. Diseño gavión sección Km 6+200 a 7+600 163
Figura 100. Diseño gavión sección Km 8+500 a 9+100 164
Figura 101. Talud de enrocado análisis estático 165
Figura 102. Talud de enrocado análisis dinámico 166
Figura 103. Análisis gavión sección Km 0.00 a 1+280 167
Figura 104. Análisis gavión sección Km 2+700 a 4+400 168
Figura 105. Análisis gavión sección Km 6+200 a 7+600 168
Figura 106. Sección quebrada Malanche 170
Figura 107. Planta quebrada Malanche 171

RESUMEN

El fenómeno del ciclón yaku (2023) hizo crecer el caudal de todos los ríos del País, que causo inundaciones y huaicos en muchos sectores, según INDECI, este fenómeno dejo más de 24 042 damnificados, 179 viviendas destruidas y 10 muertes fatales en la ciudad de Lima.

En la presente investigación se determina el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa.

La metodología es de nivel aplicada, explicativo (cuantitativo), la muestra se ubica en la Quebrada Malanche con una longitud de 6 km. Se realizó un análisis y comparación de dos defensas ribereñas, a través del análisis y recolección de datos pluviométricos, muestras de suelo y levantamiento topográfico, que nos permitieron determinar los diferentes aspectos hidrológicos y topográficos.

Como resultado, se determinó que la estructura tipo enrocado cumple con las especificaciones técnicas en el análisis estático y dinámico, para un caudal de 100 m3/s y una pendiente del 5%.

Se determinaron que las zonas con mayor vulnerabilidad por inundación a una velocidad máxima del flujo de 5 m/s, son las zonas que se encuentran en el km 0.00 hasta el Km 3.00 de la quebrada.

Se concluyo a través de la comparación de dos estructuras de defensa ribereña, que la estructura tipo gavión es la más apropiada para el encauzamiento ya que previene los desastres de inundaciones y huaicos que se producen en la quebrada.

Palabras Clave: Defensas ribereñas, encauzamiento, inundación, Quebrada Malanche

ABSTRACT

The yaku cyclone phenomenon increased the flow of all the country's rivers, causing flooding and landslides in many sectors, according to INDECI, this phenomenon left more than 24,042 homeless, 179 homes destroyed and 10 fatalities in the city of Lima.

In the present investigation, the influence of the design of river defenses for the channeling and mitigation of disasters caused in the Malanche Creek located in the district of Punta Hermosa is determined.

The methodology is applied, explanatory (quantitative) level, the sample is located in the Quebrada Malanche with a length of 6 km. The design of a river defense was carried out, through the analysis and collection of rainfall data, soil samples and topographic survey, which allowed us to determine the different hydrological and topographic aspects.

As a result, it was determined that the rock-filled structure complies with the technical specifications in the static and dynamic analysis, for a flow of 100 m3/s and a slope of 5%.

It was concluded that the rock-filled structure is the most appropriate for channeling since it prevents flooding and landslides that occur in the ravine.

It was determined that the areas with the greatest vulnerability to flooding at a maximum flow velocity of 5 m/s are the areas located at km 0.00 to km 3.00 of the ravine.

It was concluded that the rock-filled type structure is the most appropriate for channeling since it prevents flood and landslide disasters that occur in the ravine.

Key Words: Riparian defenses, channeling, flooding, Malanche Creek

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PAR A EL ENCAUZAMIENTO Y MITIGACIÓN D E LOS DESASTRES EN LA QUEBRADA M ALA

AUTOR

JOHAN ARMANDO ORMEÑO GIL

RECUENTO DE PALABRAS

22956 Words

RECUENTO DE CARACTERES

126530 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

281 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

49.1MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 10, 2023 3:54 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 10, 2023 3:57 PM GMT-5

12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d

- 11% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 8% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES | Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Biblioteca FIA

Soledad Huamani Tineo
Bibliotecóloga

Resumen

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países que posee climas muy variados, así como distintos paisajes y ecosistemas, contando con una variedad considerable de flora y fauna, de los 32 climas que hay en el mundo cuenta con 28 de ellos, evidenciándolo como un país de biodiversidad climática.

En marzo del 2023 debido a las intensas precipitaciones causadas por el Fenómeno ciclón yaku, se originaron desbordes en diversos ríos como, el Rio Rímac, en la quebrada Huaycoloro, en el Rio Chillón y en el Rio Lurín. El daño causado afecto a 1 millón 454mil de personas, 285mil damnificadas, 138 personas fallecidas y 18 desaparecidas, además la gran cantidad de estructuras, vías de transporte y áreas agrícolas resultaron afectadas en gran medida, causando daños irreparables en algunas.

Las defensas ribereñas son una solución a estos problemas ya que cuentan con una estructura de diferentes materiales de alta resistencia, siendo capaces de soportar grandes fuerzas emergidas por los flujos de agua, permitiendo evitar procesos de erosión y desborde originados en los márgenes de ríos y quebradas.

El proceso para diseñar este tipo de estructuras consta de 3 fases como: realizar la recolección de los datos hidrológicos, que dependerá de los datos proporcionados por las estaciones pluviométricas que se encuentran en el ANA y el SENAHMI, realizar un levantamiento topográfico de la cuenca con diferentes métodos e instrumentos para su posterior procesamiento en gabinete, determinar las características del suelo de la zona de estudio, con el objetivo de realizar los estudios y ensayos para obtener las características de este. La presente investigación:

Desarrolla el estudio hidrológico que nos permite identificar y procesar los datos de precipitación para obtener el caudal de la cuenca, que son factores que intervienen

en la crecida de un rio, que provocan huaicos e inundaciones, y son datos necesarios para el diseño de una defensa ribereña.

Desarrolla el estudio topográfico que permite obtener datos del perfil de la quebrada, que nos genera datos del comportamiento que tendrá el flujo de agua con el caudal determinado.

Determina la sección estable del cauce que permite generar el diseño más apropiado para la quebrada malanche, que puedan contrarrestar los problemas de erosión y socavación

Determina el análisis estructural que permite determinar que la estructura cumpla con las especificaciones técnicas como verificación por vuelco, deslizamiento y aplastamiento.

La importancia de la investigación contempla un impacto teórico y práctico, como impacto teórico nos permitirá conocer el sistema de defensa ribereña óptimo para la quebrada malanche, en un escenario donde el caudal y las precipitaciones aumentan considerablemente sobrepasando el cauce de la quebrada.

Como impacto practico brindara una estructura que proteja las orillas de la quebrada, disminuyendo el nivel de vulnerabilidad que producen estos fenómenos a los pobladores, que provocan huaicos y generan grandes pérdidas económicas al provocar daños a las viviendas aledañas.

La presente investigación está estructurada de la siguiente forma:

En el capítulo I, realizamos el planteamiento del problema, que ayuda a realizar la formulación del problema general y problemas específicos. Obteniendo así el objetivo general y los objetivos específicos, así también como la justificación, impacto e importancia de la investigación.

En el capítulo II, abordamos los antecedentes recapitulando cinco antecedentes internacionales y cinco nacionales, realizamos la redacción de las bases teóricas, definición de términos básicos, planteamiento de la hipótesis general y planteamiento de las hipótesis específicas.

En el capítulo III, definimos el diseño con el cual se lleva a cabo la investigación, determinamos la población y muestra, detallamos las técnicas de recolección de datos e instrumentos que se utilizaron para estos, la operacionalización de las variables y el detalle del procesamiento de la investigación.

En el capítulo IV, se presenta el desarrollo con el cual se llevó acabo la investigación, presentando el proceso de la obtención de los estudios hidrológicos, estudios topográficos y análisis estructurales que se llevaron a cabo.

En el capítulo V, presentamos los resultados de la investigación, en base a los objetivos planteados en la investigación.

En el capítulo VI, presentamos un análisis de discusión de los resultados, comparando con antecedentes nacionales e internacionales, a su vez haciendo una comparación con las hipótesis que se plantearon.

Finalmente, culminamos dando las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

Las inundaciones es uno de los desastres que más afronta el Perú, La Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA) asegura que América Latina es la segunda región más vulnerable para sufrir estos desastres naturales en el mundo, siendo las inundaciones el desastre al que se encuentran más expuestos. Las temporadas de lluvias en el Perú se da entre los meses de octubre a mayo, teniendo este su mayor impacto de precipitación en los meses de enero a marzo. El SENAMHI mediante un informe técnico presento las perspectivas climáticas en un escenario donde se prevé los riesgos por inundaciones, deslizamientos y huaicos que generan daños y perdidas en la población.

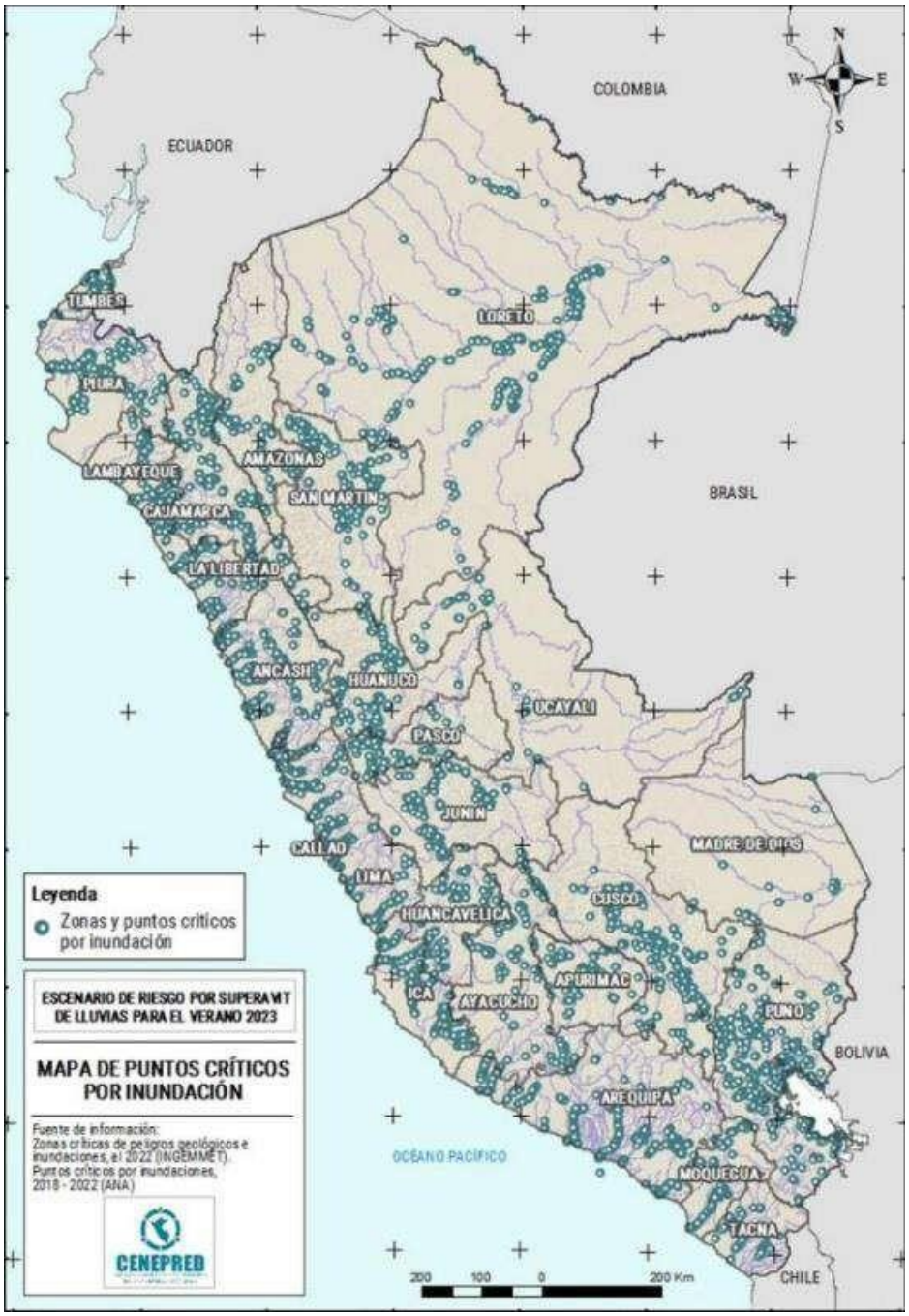
Figura 1. Zonas Críticas por inundación

Fuente: Datos obtenidos de informe Superávit de lluvias CENEPRED 2023

El resultado que se obtiene evidencia un riesgo inminente a nivel distrital, buscando que las autoridades regionales, autoridades locales y autoridades municipales

con el objetivo que se planteen acciones que ayuden a prevenir y proteger a la población que se encuentra vulnerable.

Figura 2. Puntos y zonas críticas por inundación



Fuente: Informe Superávit de lluvias CENEPRED 2023

Figura 3. Detalle zonas críticas por inundación

Departamento	ANA (Puntos críticos)	INGEMMET (Zonas críticas)	Total
Amazonas	145	19	164
Ancash	449	6	455
Apurímac	145	8	153
Arequipa	390	13	403
Ayacucho	171	8	179
Cajamarca	310	17	327
Callao	3	2	5
Cusco	442	15	457
Huancavelica	211	1	212
Huánuco	198	8	206
Ica	654	5	659
Junín	152	16	168
La Libertad	229	10	239
Lambayeque	152	30	182
Lima	624	39	663
Loreto	519	58	577
Madre de Dios	21	8	29
Moquegua	155	4	159
Pasco	105	10	115
Piura	167	8	175
Puno	484	39	523
San Martín	218	55	273
Tacna	32	11	43
Tumbes	92	2	94
Ucayali	33	18	51
Total Nacional	6101	410	6511

Fuente: Informe Superávit de lluvias CENEPRED 2023

Se evidencian los departamentos en las zonas críticas que están en estado de vulnerabilidad a la posibilidad de ocurrencia de desastres ocasionados por fuertes lluvias, estas zonas han sido identificadas por el ANA y el INGEMMET, mostrándonos las ubicaciones de estos centros urbanos que son vulnerables a la ocurrencia de

inundaciones y desbordamiento, por lo que se genera una situación de peligro en la población.

En la actualidad no se han planteado planes que prevengan los riesgos de inundaciones y huaicos en la quebrada malanche, a pesar de los problemas presentados por inundaciones en el ciclón yaku que ocurrió en el 2023. Toda la longitud de este cauce se inundó y perjudico áreas de agricultura, ganadería, y vías de acceso a la comunidad de santa rosa en punta hermosa siendo esta comunidad ubicada en la parte alta de este distrito. Dichos fenómenos produjeron grandes socavaciones y erosiones en las estructuras aledañas, demostrando la magnitud destructiva que ocasionan estos huaicos a las zonas que alto nivel de vulnerabilidad de peligro y fenómenos similares de altas precipitaciones.

Figura 4. Zona Afectada Punta Hermosa 2023

Fuente: Cenepred informe 2023

Revista construir (2018) Un informe presentado por el proceso de reconstrucción con cambios, realizado por Contribuyentes por Respeto CPR, evidencia que la inversión destinada a prevenir y reducir los desastres naturales que son ocasionados por fuertes precipitaciones se destina un 87% del presupuesto para la limpieza de ríos, quebradas, y solo un 13& están destinadas a realizar obras que hagan frente a estos desastres.

José Ignacio Beteta director de CPR, señala que la principal acción tomada es la limpieza de los ríos y quebradas, siendo la actividad de construcción de defendías ribereñas la principal protección que se requiere en los márgenes de los ríos y quebradas, dejando así en un estado de vulnerabilidad a las personas.

Sabiendo que estos problemas cada año se repiten, porque los meses de diciembre, enero y marzo en la sierra los caudales de los ríos generan grandes avenidas, pero la ARCC (autoridad para la reconstrucción con cambios), no hace ningún trabajo para los puntos críticos de los ríos como proyectos de defensa ribereña, proyecto de drenaje de lluvias.

El ingeniero Luis Lazo en la conferencia de defensas ribereñas señalo que la ARCC debe invertir en elaborar en proyectos y obras de defensas ribereñas.

De igual manera señalo que entidades como el cenepred (Centro Nacional de Estimación, prevención y Reducción del Riesgo de Desastre) y el Ana, deben de dejar ser solo instituciones normativas, sino deben ser instituciones ejecutivas y deben realizar estudios de proyectos y obras hidráulicas de defensa ribereña y obras de drenaje pluvial. Al respecto es necesario identificar los puntos críticos de cada rio o quebrada y que alternativas de defensa ribereña se pueden aplicar para cada caso. Que permita reducir los daños, mismos daños que se presenta en Punta Hermosa por el desborde de la

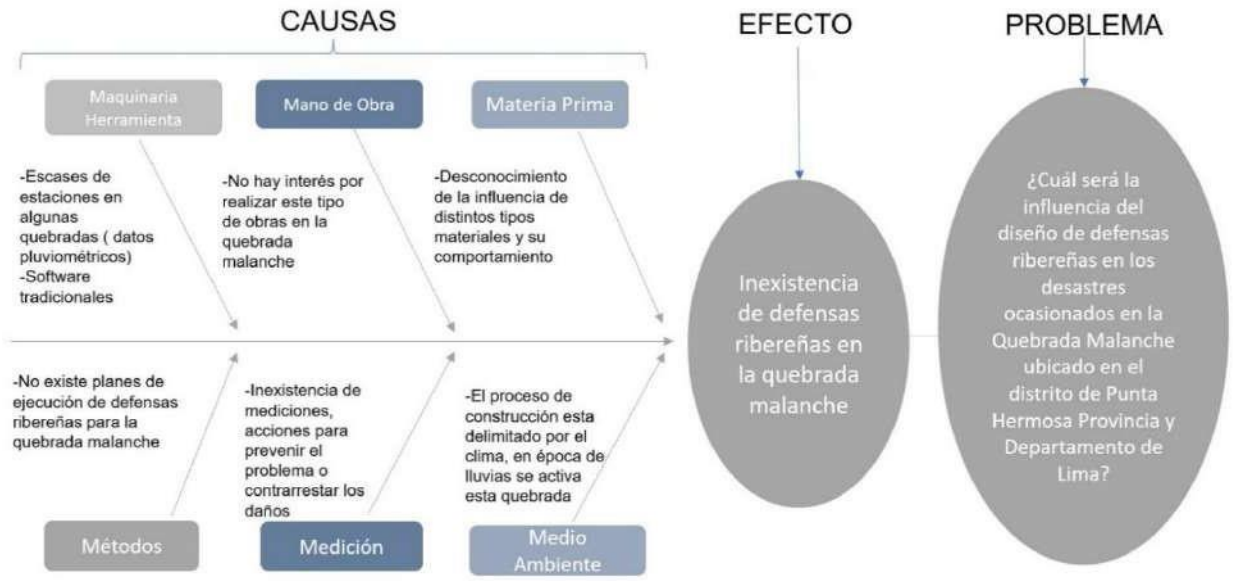
quebrada malanche debido a los fenómenos de intensas lluvias que se tienen y causan un impacto económico negativo.

1.2 Formulación del problema

Los fenómenos de altas precipitaciones que se han venido presentando en el Perú, han traído consigo tragedias como pérdidas humanas y a la vez pérdidas económicas.

Se realizó una encuesta a 10 expertos mediante la cual se pudo evidenciar la importancia, finalidad y algunos problemas que ocasionan estos desastres.

Figura 5. Diagrama Causa - Efecto



Fuente: Elaboración Propia

La falta de planes de mitigación de desastres en la quebrada malanche es un agravante, ya que no se toma ningún tipo de interés al realizar la identificación de áreas vulnerables en peligro de inundaciones y desbordes.

La falta de estaciones pluviométricas que monitoreen y nos proporcionen datos de precipitaciones que son vitales para el estudio hidrológico de cualquier cuenca es un problema, ya que sin las herramientas adecuadas de datos pluviométricos se hace más

complicado hacer el diseño de cualquier obra hidráulica que proporcione seguridad a los ciudadanos.

Otro problema es el que el proceso para la construcción de defensa ribereña en la quebrada malanche, se debe realizar en meses de que no hay precipitaciones altas, ya que esta quebrada se activa en los meses de diciembre a abril, complicando la construcción de este tipo de estructuras.

Con el fin de obtener una solución a todos estos problemas que producen que no se pueda evidenciar ningún tipo de defensa ribereña en la quebrada malanche, se propuso el siguiente problema general.

1.2.1 Problema general

¿Cuál será la influencia del diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa Provincia y Departamento de Lima?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo influye el Estudio Topográfico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?

¿Cómo influye el Estudio hidrológico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?

¿Cuál es la influencia de la sección estable del cauce en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?

¿Cuál es la influencia del Análisis estructural en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer el análisis y diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa

1.3.2 Objetivos específicos

Desarrollar el estudio Topográfico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa

Desarrollar el estudio Hidrológico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa

Determinar la sección estable del cauce en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa

Desarrollar el análisis estructural en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Importancia de la investigación

Punta Hermosa está constituida por 23,4 70 habitantes, de acuerdo con el último censo realizado en el año 2017, donde más del 60% de familias se ven afectados por los fenómenos de altas precipitaciones que ocurren por altas precipitaciones que se presentan en la quebrada Malanche. Esta investigación tiene por finalidad analizar y diseñar un sistema de defensas ribereñas que pueda satisfacer las necesidades precarias en la quebrada Malanche. En un escenario donde el caudal y las precipitaciones aumentan considerablemente sobrepasando el cauce de la quebrada, que causan inundaciones y problemas.

Se llevara a cabo poder reconocer las condiciones que causan el problema de inundaciones, con el objetivo de establecer diferentes tipos de soluciones de defensa ribereña, así corroborando con simulaciones y datos obtenidos de investigaciones se pueda emplear este tipo de estructuras ayudando a prevenir estos problemas de socavación, erosión e inundaciones que son ocasionados por estos fenómenos de intensas lluvias, estas defensas ribereñas tienen como función servir como estructuras de protección ante la ocurrencia de huaicos que son generados por las estas altas precipitaciones que afectan a los pobladores de Punta Hermosa.

También tendrá un impacto ambiental positivo ya que permitirá incorporar nuevas áreas productivas de agricultura y ganadería, por consiguiente, poder elevar los niveles de producción y a la vez poder tener una mejor comercialización de estos productos agrícolas.

Tabla 1. Censo 2017 distrito Punta Hermosa

Distrito y edades simples	Total	Poblacion		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
DISTRITO PUNTA HERMOSA	15 874	8 159	7 715	15 846	8 144	7 702	28	15	13
Menores de 1 año	257	125	132	257	125	132			
De 1 a 4 años	1 129	564	565	1 129	564	565			
De 5 a 9 años	1 410	754	656	1 410	754	656			
De 10 a 14 años	1 200	589	611	1 200	589	611			
De 15 a 19 años	1043	523	520	1043	523	520		-	
De 20 a 24 años	1303	635	668	1301	633	668	2	2	
De 25 a 29 años	1490	765	725	1486	763	723	4	2	2
De 30 a 34 años	1494	756	738	1488	752	736	6	4	2
De 35 a 39 años	1366	719	647	1362	716	646	4	3	1
De 40 a 44 años	1214	636	578	1209	635	574	5	1	4
De 45 a 49 años	1034	537	497	1031	537	494	3		3
De 50 a 54 años	874	422	452	870	419	451	4	3	1
De 55 a 59 años	702	383	319	702	383	319			
De 60 a 64 años	548	299	249	548	299	249			
De 65 y más años	810	452	358	810	452	358			

Fuente: Informe de población censada INEI 2017

1.5 Impacto de la investigación

1.5.1 Impacto Teórico

Aportará información sobre el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento de la quebrada malanche. Proponiendo una estructura de que puede detener estos acontecimientos como inundaciones y huaicos que provocan la destrucción de viviendas, destrucción de vías y áreas de cultivo.

Aporta conocimientos nuevos sobre las precipitaciones que se podrían presentar en un escenario de grandes precipitaciones, mostrando los datos para diferentes tiempos de retorno que son sucesos que se podrían presentar en un futuro, determinando así las condiciones de grandes precipitaciones que terminan por ocasionar estos problemas de inundaciones y desbordes en la quebrada malanche. Proponiendo diversos tipos de soluciones, que sean óptimas para el encauzamiento de la quebrada.

Adapta diferentes enfoques y metodologías que se tienen en cuenta al realizar el diseño de defensa ribereña, utilizando programas que se desarrollan en el extranjero.

1.5.2 Impacto Practico

La investigación beneficiará a los pobladores que cuentan con infraestructuras a los márgenes de los ríos, ya que brindaría protección a sus viviendas y áreas de cultivo que se ven afectadas constantemente por inundaciones y huaicos.

Servirá a la municipalidad protegiendo las obras viales que se ven afectadas por esos desastres que se producen, ya que los desbordes de la quebrada llegan a dañar estas estructuras. Permitiendo el libre tránsito por la carretera aledaña a la quebrada, generando.

Este tipo de estructuras tendrá la función de prevenir problemas naturales como erosión, socavación e inundaciones, teniendo por finalidad la protección de los márgenes

de ríos y quebradas, dando un correcto flujo del agua a la quebrada brindando una protección a pobladores de los sectores de pampa pacta y santa rosa, que son los más propensos por la eventualidad de este tipo de desastres.

Los problemas que se resolverían son las inundaciones y huaicos que se generan al no tener un sistema de protección en la quebrada, permitiendo incorporar nuevas áreas productivas de agricultura y ganadería, ya que los pobladores se sentirán más seguros al poder utilizar estas áreas que se encuentran cerca a los márgenes de la quebrada, generando un aumento en sus niveles de producción y comercialización de sus productos agrícolas.

1.6 Viabilidad de la investigación

1.6.1 Viabilidad técnica

Se reúne diferentes aspectos técnicos y operativos que proporcionaran viabilidades para cumplir con los objetivos propuestos. Se cuenta con la disposición de un laboratorio para poder realizar los diferentes estudios y ensayos que se requieren para poder analizar el suelo de muestra, a la vez se cuenta con normas y diferentes tipos de investigaciones que nos ayudaran a realizar los cálculos correspondientes en cada fase del proceso de desarrollo de esta investigación. A su vez se cuenta con la disponibilidad de instrumentos que facilitan la recolección de datos, por los métodos de fotogrametría y levantamiento topográfico. También se cuenta con libre acceso a los diferentes programas para la realización de las diversas simulaciones de datos que se requieran para obtener los resultados que satisfagan a los objetivos propuestos.

1.6.2 Viabilidad económica

La investigación cuenta con el financiamiento para cubrir los gastos requeridos en los diferentes tipos de ensayos de suelos que se puedan requerir, así como también los gastos requeridos en el proceso de recolección de datos.

1.6.3 Viabilidad social

La investigación no presenta inconvenientes socio/ambientales que obstaculiza en el proceso de recolección de datos para el estudio de suelo, a su vez no presenta inconvenientes para la recolección de datos topográficos sobre el área estudiada, así como no presenta inconvenientes para la obtención de datos hidrológicos que se requieran para el proceso de diseño de defensa ribereña.

La presente investigación presenta apoyo de la empresa Geo Pacifico, para el proceso de ensayo y estudio de suelos, así mismo tiene información que fue obtenida por el SENAMHI.

Así también diferentes datos pluviométricos otorgados por ANA para los estudios y consultas correspondientes para el correcto procesamiento de datos.

1.7 Alcances y limitaciones

En este estudio se tiene como alcance el óptimo diseño de defensa ribereña que permita la construcción eficiente de la estructura diseñada. Mediante la labor de investigación de recolección de datos de suelo y precipitaciones para el debido procesamiento y modelación en los diferentes softwares que nos permitan obtener datos que nos ayuden con el diseño de la defensa ribereña para la quebrada Malanche.

Esta investigación tiene como principal limitación el ensayo de corte directo, ya que se realizan solo 2 ensayos de corte directo debido a que requieren un tiempo de 22 días para la obtención de estos datos una vez obtenida la muestra.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

El diseño de defensas ribereñas se viene realizando en muchos países ante eventuales cambios climatológicos que se vienen dando en todo el mundo. A partir de

esos cambios, muchos países han optado por proteger sus canales, quebradas y ríos, para evitar futuros desastres, que se puedan ocasionar por inundaciones y desbordes.

El estudio de este tipo de defensas ribereñas: Tipo enrocado y Tipo gavión, está en constante cambio debido a las nuevas tecnologías de softwares y métodos de estudio que se vienen dando, ayudando a tener datos más precisos al diseñar este tipo de estructuras. Por consecuencia se propone desarrollar y analizar dos tipos de estructuras de defensa ribereña: tipo enrocado y tipo gavión, determinando cual es la estructura más eficiente para el encauzamiento de la quebrada.

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En la actualidad el diseño de defensa ribereñas cobra redundancia en países comprometidos en establecer una correcta protección a sus estructuras y población, ya que está demostrado que este tipo de estructuras, tienen un eficiente comportamiento ante grandes fenómenos de altas precipitaciones que se puedan dar. Está conclusión está fundamentada en la revisión que se ha realizado sobre los antecedentes de las investigaciones sobre el diseño de defensa ribereña.

Narcisa Betzaida Cagua Santana Y Erwin Alberto Erazo Mosquera (2021) en su tesis ***Diseño de 100 metros de muro de gaviones en la margen derecha del Río vinces comprendido entre las abscisas 0.683-0.783 de la Vía Banepo, ubicado en la Parroquia Balzar de Vinces, Cantón Vinces, Provincia de Los Ríos***, donde tuvieron como objetivo general hacer el diseño de un muro de gaviones para proteger a la zona de erosión y socavación que afectaban a las viviendas cercanas.

La muestra del estudio se ubica en la parroquia Balzar de Vinces.

Teniendo como antecedentes que los pobladores que cuentan con viviendas en los márgenes del rio vinces, se ven afectados por las lluvias que aumentan el nivel del

rio, ocasionando muchas veces desprendimiento de materiales, que afectan a las viviendas y centros educativos de la zona.

Como primer paso realizaron el estudio de topografía con ayuda de equipos topográficos, para posteriormente procesarlos en el software Civil 3D, siguiendo con el segundo paso realizando el estudio hidrológico para poder obtener datos que influyan en el estudio de socavación, como tercer paso se realizaron 3 perforaciones para obtener las muestras correspondientes del suelo y poder hacer los ensayos correspondientes.

Teniendo como resultados una altura de gavión de 6.5m y una base de 6m, los bloques para la construcción de gaviones de medida 2.00m x 1.00m y colchón de 2.00m x 0.50m, para el diseño se utilizaron de datos un tirante de 3.30m.

De tal manera que concluyeron que las defensas de gaviones son una estructura muy rápida y eficiente de construir siendo presentando estas un diseño de resistencia y flexibilidad muy elevados que son necesarios para poder determinar su comportamiento a la hora de hacer el modelamiento pertinente con los datos propuestos. Donde se recalca que la estructura tipo gavión es capaz de drenar el agua que filtra en los terrenos, ayudando a reducir el factor de inestabilidad que se tienen al diseñar este tipo de estructuras.

Mercedes Corina Carrascal Caldera Andrés Felipe Martelo Oclassen (2020**)** en su tesis ***Determinación de la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo RCD en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (gaviones), Colombia***, donde tuvo como objetivo el diseño de una estructura con el uso de concreto tipo RCD

La muestra de la investigación está ubicada en Mara Huaco sobre la vía al mar.

Como primer paso se hicieron las recolecciones del material RCD y seleccionarlos según su tipo para su posterior procesamiento, se determinaron las dimensiones y granulometría para los RCD y se procedió a modelar la estabilidad del talud rellenos de este material, para poder finalmente analizar el comportamiento de esta estructura si cumplía con los estándares de resistencia requeridos.

Así mismo se presentaron los resultados aceptables mediante los factores de seguridad de vuelco, deslizamiento y verificación de capacidad portante, teniendo valores aceptables en comparación al material calcáreo (rocas) que se usan en los gaviones, igualando en algunos casos en las propiedades mecánicas y de estabilidad.

Concluyendo que el material tipo RCD se puede utilizar para este tipo de sistemas de defensa, como alternativa al uso de material calcáreo (rocas), determinando que se tenga el suficiente material reciclado para satisfacer las necesidades del diseño de gaviones.

Luis Efrén Ayala-Rojas, Alejandro Franco-Rojas, Edgar Alexander Padilla-González (2020) en su tesis ***Evaluación de la eficiencia en disipación de energía en estructuras hidráulicas construidas con gaviones y material reciclado (neumático usado)***, donde tuvieron como objetivo Evaluar la eficacia que tiene una estructura tipo gavión construida con material reciclado (neumático usado), para disipar la energía, utilizando un modelo físico a escala.

La muestra para la investigación es el canal escalonado en la vía de Bogotá Villavicencio.

Como primer paso se realizó la construcción de modelos a escala reducida de un canal escalonado (estructura de disipación), un pozo de alcantarillado con estructura escalonada y cuatro vertederos de caída libre construidos de concreto.

Se realizo visitas para medir la geomorfología de las obras e identificar sus detalles de construcción. Se hicieron las recolecciones de datos de caudal, altura de lámina de agua, con lo cual pudieron haces las simulaciones y comparaciones de los modelos con concreto y con el material alternativo.

Se obtuvo resultados de una disminución de energía hasta 2.1% con el caudal de diseño simulado, demostrando que al utilizar este tipo de material genera una disipación de la energía del caudal.

Concluyendo que, al implementar este tipo de material como una capa estructural a las defensas ribereñas, se observa una disipación de energía hasta un 2.1 %.

Maccaferri (2018), en su catálogo denominado como ***Defensas Ribereñas y obras transversales" menciona que: "los gaviones caja*** tienen como objetivo poder representar una alternativa de estructura de defensa ribereña que protejan los cauces de los ríos.

Jaime Soto Contreras (2017) ***Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la ribera del río magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de guaduas Cundinamarca*** donde tuvo como objetivo poder diseñar un muro de concreto que sirva para poder proteger el rio de magdalena que sufre erosión y socavación.

La muestra de este estudio comprende la longitud de 106 m del rio Magdalena en el municipio de Armero en el Puerto de Bogotá, Colombia.

Teniendo como proceso metodológico realizar el diseño para la reconstrucción y protección del talud contra la erosión ocasionados en la vía, elaborando costos y diseño de muros de gaviones. Como primer paso realizo el análisis de los precios unitarios de cada partida que generaba la realización de la obra, siguiendo con la realización del

cronograma de actividades y tiempo de ejecución, así como realizando el estudio de geología general para conocer las características del terreno en estudio.

Obteniendo como resultados un muro gavión de 2 x 2 con malla triple torsión calibre 12, de una sección de muro de 10m x 14m con un presupuesto de 980 millones de pesos.

Concluyendo que el muro de gavión tiene un tiempo de ejecución menor y conlleva un presupuesto bajo a comparación de otras estructuras para afrontar los encauzamientos de los ríos.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Camacho Vargas, Brayan Aron (2021), ***Propuesta de diseño de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac*** desde el puente colgante al puente estela, Monti, Chosica, donde tuvo como objetivo el diseño de una estructura de defensa para proteger los márgenes del rio Rímac, que se encuentra expuesto a inundaciones.

La muestra de este estudio comprende el área urbana del distrito de Lurigancho – Chosica, los tramos del Km 30.5 – 37.2 de la carretera central, Lima.

Como metodología primero se realizó un análisis de las áreas vulnerables de la zona, para proceder a realizar los estudios hidrológicos y topográficos que ayuden a plantear alternativas para la protección de los márgenes del rio.

Obteniendo como resultados un caudal instantáneo de 382.46 para un periodo de retorno de 100 años, y 437 m3/s para un periodo de 200 años, con una pendiente del rio de 3.5% procediendo a hacer los cálculos para las dimensiones del gavión.

Concluyendo que la defensa ribereña tipo gavión cumple con las especificaciones del análisis estático y dinámico para realizar el modelamiento hidráulico mediante los softwares permite hacer las simulaciones con menor tiempo y poder hacer las comparaciones con otro tipo de estructuras para la defensa ribereña.

Chávez Calderón, Miriam Lizeth (2021), ***Diseño De Defensa Ribereña Con Gaviones, Ambas Márgenes Del Río Tambo rapa Tramo II, que Limita Jaén - San Ignacio; Región Cajamarca,*** donde tuvo como objetivo Diseñar un sistema de estructuras que protejan los márgenes del rio tambo.

La muestra del estudio comprende los márgenes del rio tambo rapa tramo ll, región Cajamarca a unos 39 Km en el distrito de chirinos.

Como método realizo el estudio hidrológico donde se analizó los datos hidráulicos del proyecto, obteniendo los datos de periodo de retorno, tirantes críticos y caudales para diferentes periodos de retorno, así como datos de tiempo de concentración, intensidad y duración de las lluvias. De igual forma obtuvo los datos para la capacidad portante del terreno y la topografía.

Resultando del estudio topográfico una pendiente de 0.03%, con un periodo de concentración del flujo de 120 min, caudal máximo de 336.6 m3/s.

Concluyendo que la estructura tipo gavión es la más apropiada para el rio, ya que se cumplen las exigencias técnicas requeridas para todo el tramo del rio.

Farroñay Sánchez, Pedro Antonio (2018) en su investigación ***Propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del Río Rímac en los kilómetros 34-35 Lurigancho Chosica*****,** donde se tuvo como objetivo poder diseñar muros de concreto ciclópeo que puedan ser usados como estructura de protección para el rio Rímac.

Como primer paso se realizó la recopilación de datos para determinar la geomorfología (cartas nacionales), Como segundo paso se hizo un reconocimiento al área de estudio con la ayuda de un levantamiento topográfico para determinar el eje de la defensa ribereña, posteriormente realizar el proceso de desarrollo de estos datos y así poder realizar los diseños de simulación en los softwares Civil 3D y Hec-Ras.

Se realizo el estudio hidráulico teniendo como dato un caudal de diseño de 140.2 m3/s, una pendiente de 7% del rio y una capacidad portante de 2kg/cm2 del terreno, se determinaron las áreas inundables y áreas de vulnerabilidad.

Finalmente, la investigación propone disponer de un sistema de defensas ribereñas constituidas por muros de gaviones. Asimismo, recomienda estar en un constante monitoreo ya que se identificaron problemas como de contaminación del cauce.

Chong G.D. y Silva V.E. (2018) en su investigación ***Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la Quebrada Lupín, Huarmey – Ancash*** teniendo como objetivo el diseño de una estructura hidráulica y un análisis de las zonas vulnerables de la quebrada.

La muestra está comprendida en la Quebrada Lupin que se ubica en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash.

Como primer paso se realizó una inspección visual a la zona de estudio para determinar las áreas vulnerables por desborde e inundación, siguiendo con la ejecución de calicatas para extraer las muestras de suelo para su futuro estudio, siguiendo con un levantamiento topográfico que ayude a recopilar los datos de geomorfología del sitio. A si vez analizando los datos pluviométricos históricos proporcionado por el ANA.

Siguiendo con el procesamiento de los datos los caudales que se determinaron fueron de 26.9 m3/s, teniendo una pendiente de 5%, el estudio de suelos determino una capacidad del suelo de 2.02 kg/cm2, determinando que un 90.5% del área del dique esta con vulnerabilidad.

Optando por el diseño de defensas ribereñas tipo enrocado para lo cual consideraron un tirante de 1.10m con un factor de seguridad 2, concluyendo que la modelación sísmica cumplía los requisitos de análisis estático y dinámico de la estructura.

Concluyendo que se lograron cumplir los objetivos propuestos para la posterior construcción de la defensa ribereña que reduciría la vulnerabilidad en un 90.5% que a su vez mantendrían la operatividad de las vías de acceso a la zona de Pararin.

Alvites B.J. y Parco H.D. (2018) en su investigación ***Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a. en Ñaña***, donde se tiene como objetivo realizar el proceso constructivo de una defensa ribereña de tipo encorado.

La muestra está definida en la infraestructura de la planta de CPPQ SA, ubicada en Ñaña, Distrito Chaclacayo provincia de Lima, Departamento de Lima.

Señalando que este tipo de estructuras que se realizan con rocas de grandes dimensiones ayudan a prevenir fenómenos que causan los grandes flujos de agua que discurren por los lechos de ríos y quebradas como erosión, socavación e inundaciones, que son principalmente ocasionados por la crecida de estos ríos y quebradas. Se alega también que estas estructuras tienen una gran eficacia al retener estos flujos de agua de gran intensidad que se producen gracias a las altas precipitaciones.

Teniendo como finalidad esta tesis definir el correcto proceso constructivo de un muro enrocado, con una correcta gestión de los recursos que se utilizan y dando diferentes recomendaciones a considerar en las partidas que cada trabajo civil.

Siendo su objetivo la propuesta de una guía constructiva para realizar la construcción de la defensa ribereña tipo enrocado.

Topándose con una pendiente del rio de 1.3% que como dato principal es una pendiente que permite que el rio varie a lo largo de su recorrido, por eso dando como alternativa de solución la defensa tipo enrocado.

2.2 Bases teóricas

Topografía

La topografía es una ciencia que se utiliza para describir una superficie que se requiere estudiar, detallándola con los registros de posición de ciertos puntos donde se puede determinar y tener un registro de los datos de ubicación del terreno tanto en planimetría (X ^ Y), y en altimetría (Z).

Se utiliza diferentes equipos que ayudan a poder procesar los datos en softwares para poder así agilizar la obtención de los datos de elevación y representación bidimensional (Braja M. 2013)

La topografía es utilizada en muchas áreas de la ingeniera tales como, Agronomías, Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola, Minería.

Algunas herramientas que se utilizan son:

Teodolitos

Estación total

GPS

Mapas

Cintas métricas

Niveles

Instrumento topográfico (teodolito)

Fuente: elaboración propia

Geología

La geología la ciencia que estudia el comportamiento del planeta a lo largo de los años, mediante el estudio de las rocas. Comprende indagar en la historia y el paso del tiempo que tuvo efecto en el planeta a causa de diversos fenómenos endógenos y exógenos.

La necesidad de realizar estos estudios en el diseño de obras hidráulicas.

Comprende evaluar el contorno donde se va a ubicar la obra o estructura, con el fin de ubicar fallas geológicas que puedan afectar a la estructura y posteriormente el funcionamiento (Braja M. 2013)

Se deberá tener datos con una descripción detallada para cada estructura como:

Figura 6. Representación geológica de la quebrada

Fuente: elaboración propia

Sedimentos

Los sedimentos son rocas, organismos muertos, tierra que, al haber estado suspendidos en el flujo de un fluido, terminan en el fondo del rio o quebrada. Este proceso es llamado sedimentación

Este efecto sucede cuando el material es transportado por el flujo de agua y tiempo después termina posándose en el fondo del rio o quebrada. Estos flujos de agua fuertes tienen la capacidad de poder transportar los materiales que se encuentran en suspensión para luego posarse en el fondo del rio o quebrada (Braja M. 2013).

La Fuerza con la que se mueven estos materiales por el flujo de agua también pueden venir de los movimientos de la gravedad y movimientos de la tierra.

Figura 7. Representación de los sedimentos de la quebrada

Fuente: elaboración propia

Consideraciones de exploración de suelo

Para poder determinar las características del suelo en estudio, se procedieron a realizar el método exploratorio de calicatas de 1.50m de profundidad. Se realizaron 6 calicatas distanciadas por 1km cada una, recorriendo así los 6km de longitud de estudio de la quebrada malanche. Las calicatas se ubicaron longitudinalmente y alternadas cada 1km (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016).

Este diseño tiene como objetivo utilizar el material del sitio, así que se procede a realizar la granulometría en el área de estudio para conocer las características del suelo trabajado.

Tabla 2. Indicador cantidad de calicatas

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Numero minimo de calicatas	Observacion
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 vehldia, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	•Calzada 2 carriles por sentido: 4 cálcalas x km x sentido •Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido •Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehldia, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	•Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido •Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido •Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/dia, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	•4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase; carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de transito: carreteras con un IMDA entre < 200 veh/dia de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata x km	

Fuente: MTC 2016

Granulometría

La granulometría es una medición y cálculo de peso de una muestra de suelo mediante un proceso llamado tamizado siguiendo las especificaciones técnicas

En la cual se estima mediante el número de partículas que posea la muestra, las propiedades físicas que sean importantes para el estudio que se requiere realizar. Tiene por finalidad poder determinar la proporción que contiene la muestra de suelo para posteriormente poder clasificarla, MTC (2016),

De una manera tal que con las partículas y la proporción en las que se encuentran en la muestra, se clasifiquen con la siguiente tabla:

Tabla 3. Tamaño de partículas de suelos

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm -4.75 mm
Arena		Arena gruesa:4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media:2.00mm -0.425mn
		Arena fina: 0.425mm- 0.075mm
Material Fino	Limo	0.075 mm -0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005mm

Fuente: Manual de suelos (MTC) 2016

Figura 8. Tamices para ensayo granulometría

Fuente: elaboración propia

Clasificación de los suelos

Es un método para poder estimar el comportamiento del suelo en estudio, con una buena aproximación, luego de pasarlo por el proceso granulométrico, análisis de plasticidad y el grupo perteneciente, para luego poder hacer la clasificación que se puede evaluar con la siguiente tabla dependiendo de sus características:

MTC (2016).

Tabla 4. Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL. ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL. CH
A-7	OH, MH, CH

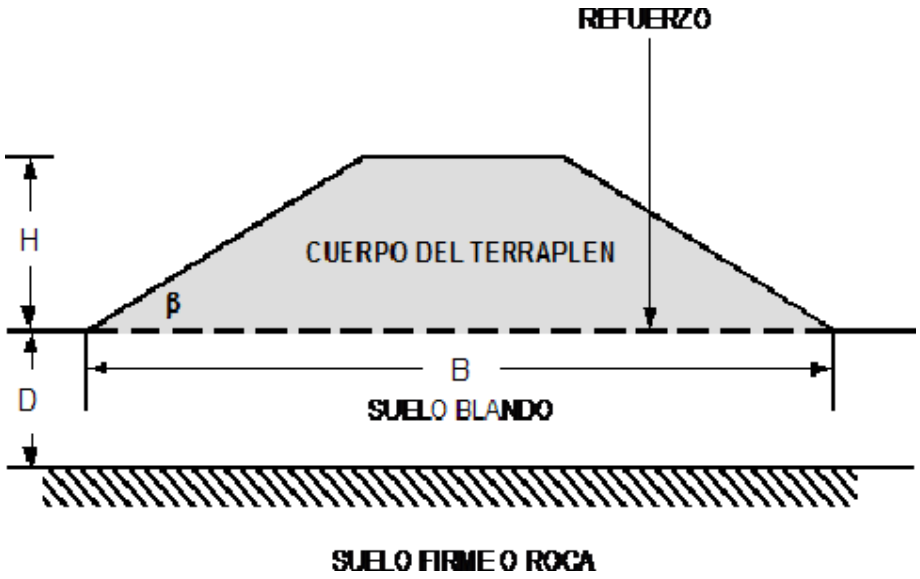
Fuente: Manual de suelos MTC 2016

Talud

Se define talud a la inclinación de una superficie, sea muro o terreno, puede estar conformado de rocas o suelo, con el cual forma una pendiente (ángulo horizontal).

Estas representaciones de talud se pueden tener de forma natural y taludes que son construidos. Con el fin de resistir la presión que ejerce la superficie o tierra detrás del talud. (Gerscovich, 2015).

Figura 9. Sección transversal de un terraplén



Fuente: Manual de suelos MTC 2016

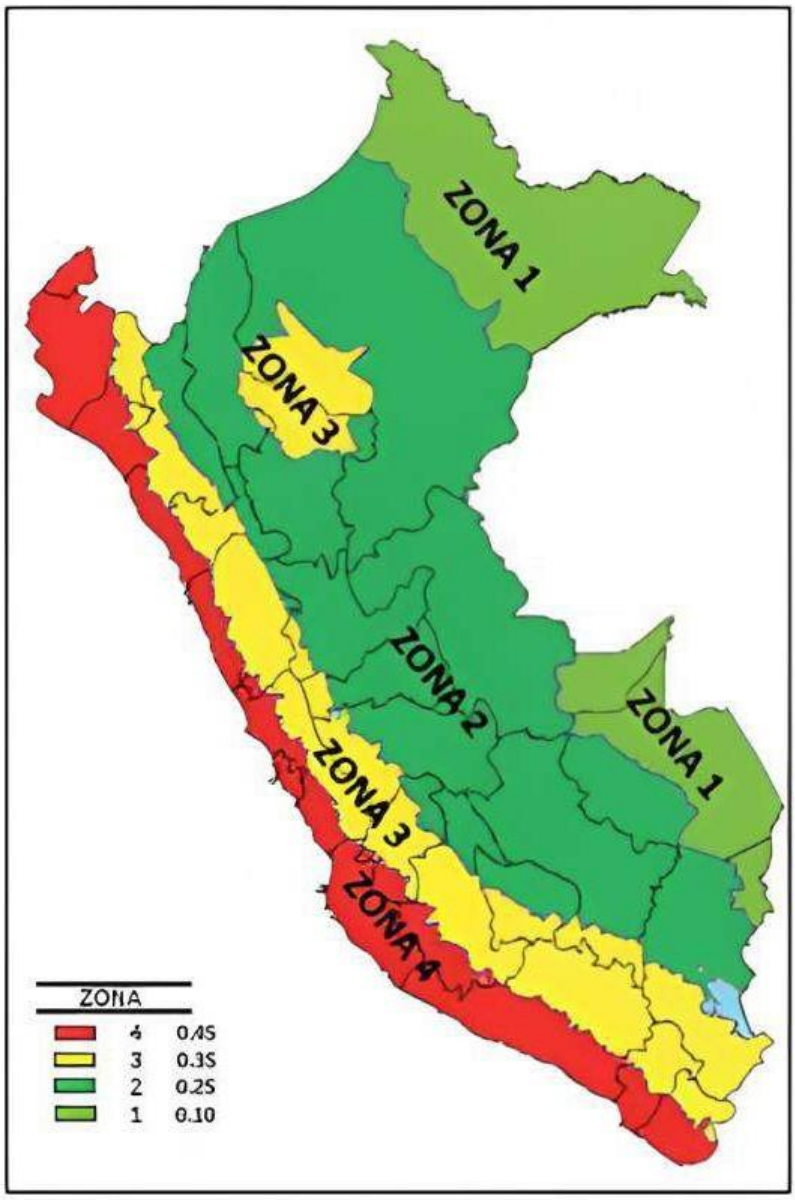
Consideraciones dinámicas

El efecto que causan las ondas sísmicas en los taludes causa que se originen aceleraciones, debido a que estas estructuras no son confinadas, y pueden causar deformaciones. Por lo tanto, el talud puede ser analizado sometiendo al modelo simulándolo con datos de aceleraciones de eventos sísmicos pasados. Las pruebas realizadas con anterioridad se evidencian que el talud presenta una respuesta sísmica relacionada con las características del suelo del que está compuesto. (Troncoso, 1992).

Consideraciones sísmicas

Considerando que el Perú es una zona sísmica se dividió en territorio nacional en cuatro zonas, con la finalidad de detallar una zonificación que sea capaz de poder distribuir la sismicidad que registran, teniendo datos históricos ya registrados, para poder catalogar la información debido a sus características que estos movimientos sísmicos presenten. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).

Figura 10. Zona sísmica Perú



Fuente: Norma E030 (MVCS 2019)

El factor “Z” que se asigna a cada zona, representa el movimiento horizontal máximo que pueda tener el suelo en 50 años. Se presenta el factor Z como una fracción de aceleración respecto de la gravedad (MVCS 2019)

Tabla 5. Indicador zona sísmica.

Factores de Zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

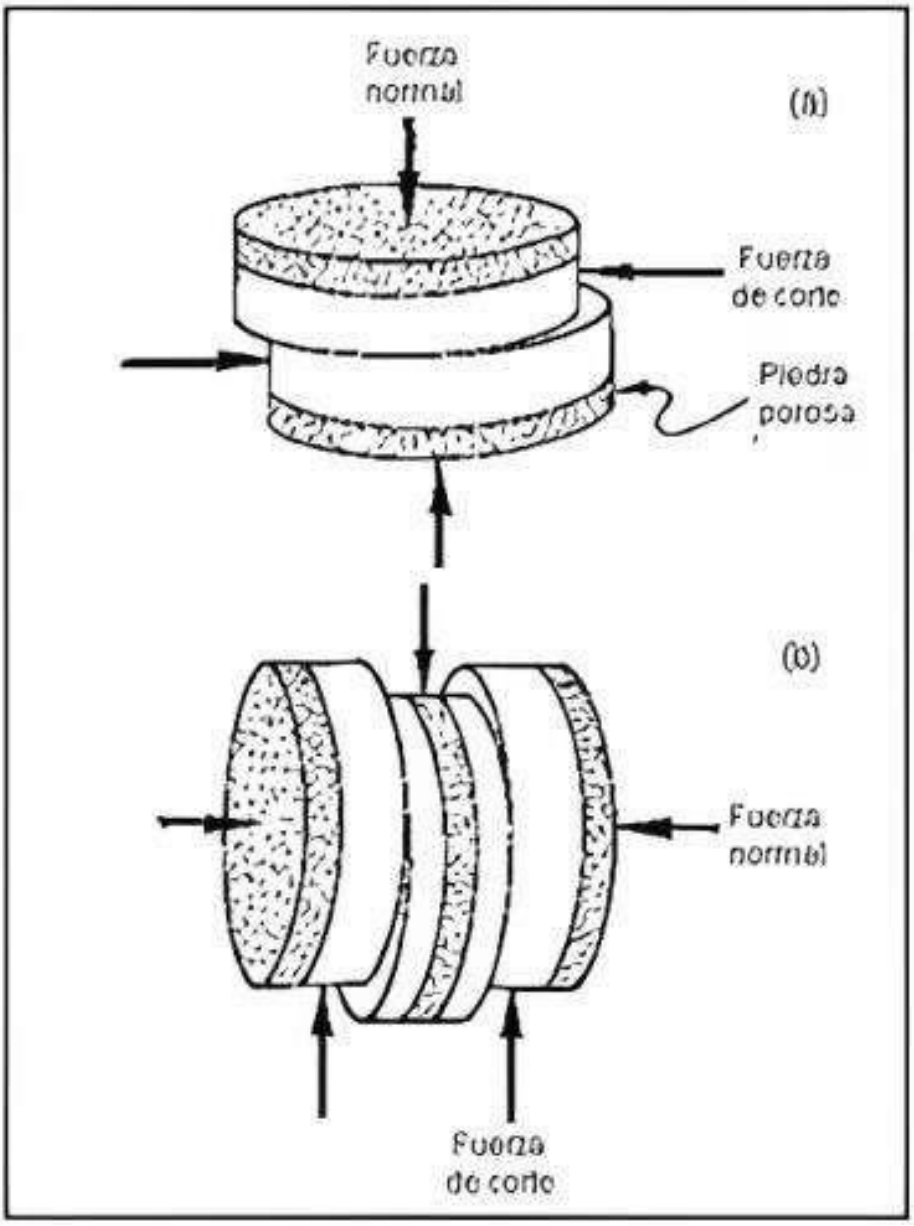
Fuente: Norma Técnica Peruana E-030 (MVCS, 2019)

Corte Directo

El ensayo de corte directo se hace con el propósito de medir los desplazamiento verticales y horizontales que pueda tener la muestra nates de llegar a la falla.

Se determinan datos de la muestra estudiada a la cual se le aplica una fuerza normal y una horizontal(corte). Con estos datos se determinan los gráficos de corte vs desplazamiento. El ensayo se puede realizar a diferentes tipos de suelos que requieran hacer un estudio para reconocer las características de resistencia. (MTC, 2014)

Figura 11. Representación ensayo corte directo



Fuente: Ensayo de materiales MTC 2016

Los pasos para realizar el ensayo son:

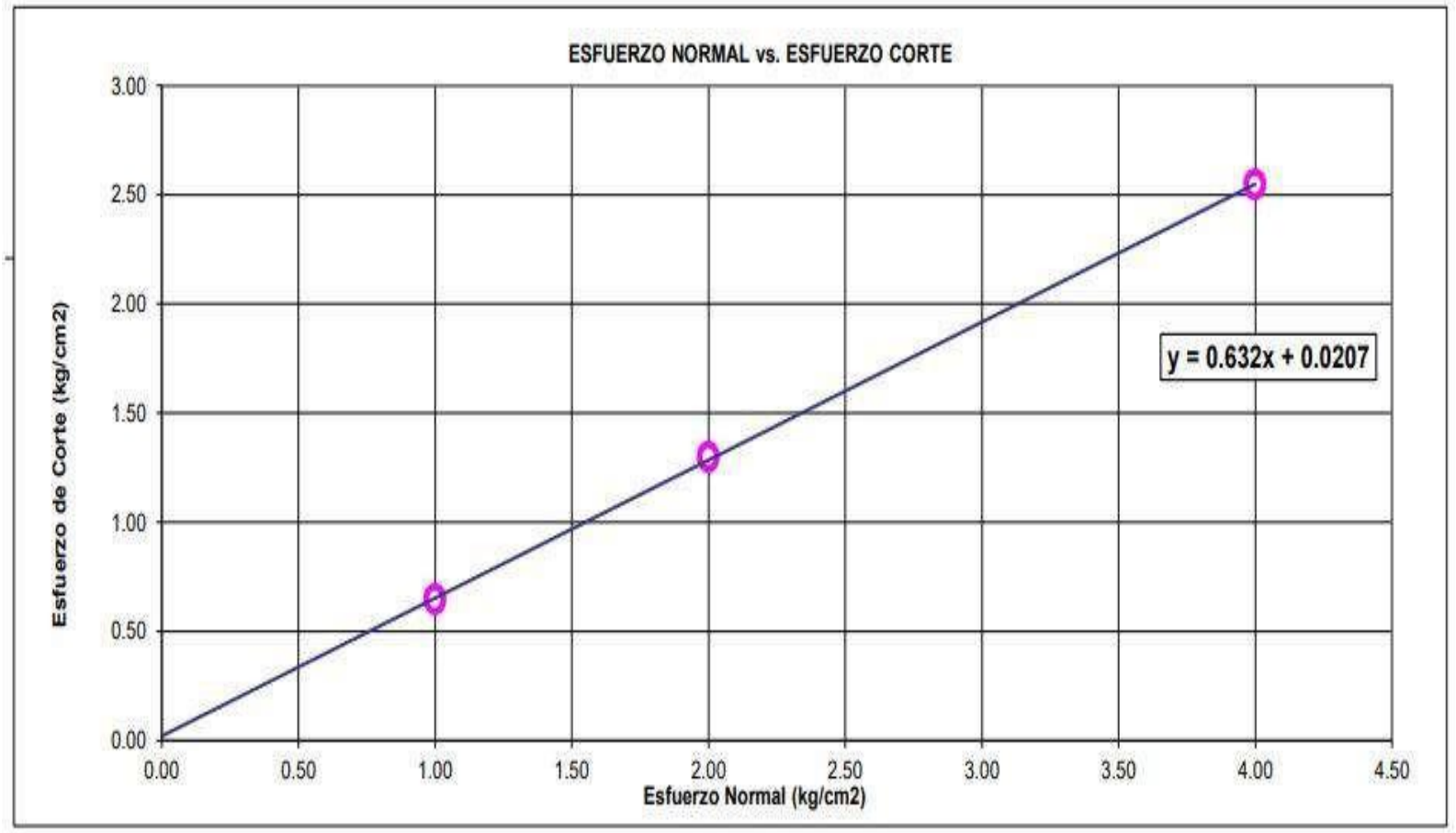
- Colocar la muestra en el dispositivo de corte

- Se inicia la aplicación de la carga normal (pesas).
- Se deja la muestra con la fuerza aplicada hasta que se siente.
- Se establece el drenaje y consolidación de la muestra.
- Se aplica una fuerza superior hasta que falle por corte la muestra

Figura 12. Equipo para ensayo corte directo

Fuente: Los autores

Figura 13. Perfil ensayo de corte directo



Fuente: Elaboración propia (2023)

Hidrología

Es la ciencia que estudia el agua del planeta, mostrando interés en sus propiedades físicas y mecánicas, así también como su circulación y flujo que la conlleva. (Martínez P. 2018)

a) Análisis probabilístico

Los análisis probabilísticos son herramientas para poder evaluar la ocurrencia de ciertas variables determinando su certeza de ocurrencia. Si se cuenta con una variabilidad del comportamiento de la estructura se podrá decir que se trata de una ocurrencia incierta que puede catalogarse como un proceso probabilístico. Caso contrario si la variable tuviera una ocurrencia cierta debido a cierto proceso se determina como proceso determinístico. Los datos más frecuentes que se tienen en la ingeniería son de categoría probabilístico ya que dependen de muchas variables que pueden cambiar su entorno. (Martínez P. 2018)

b) Estudio de la cuenca

La modelación de una cuenca conlleva a la representación y estudio de la misma, conllevándola a entender su comportamiento y respuesta. La capacidad de poder predecir algunos efectos que tendrán determinantes factores depende de la comprensión que se pueda tener de la cuenca, representándola en un modelo principalmente.

Esto conlleva a que no existe un modelo universal que se pueda aplicar a todas las cuencas del mundo, sino que cada cuenca es diferente la cual posee diferentes características particulares como el clima, geografía, geología, etc. Que incremental a su vez la importancia de las variables y condicionan la estructura del modelo (Martínez P. 2018)

c) Caudal de diseño

El caudal de diseño esta dado mediante el procesamiento de datos pluviométricos que se obtengan para el posterior análisis de estos datos, empleando un modelo de sistema probabilístico que permita pronosticar un suceso futuro de mayores niveles de precipitaciones, a esto se le llama periodo de retorno (Tp).

El periodo de retorno es un parámetro con más importancia al realizar algún diseño o dimensionamiento de obra hidráulica, ya que este determinara el grado de magnitud mayor o igual de diseño que se pueda tener ante un evento futuro. El periodo de retorno tiene por definición el intervalo de recurrencia (T). Este periodo se basa en los datos registrados históricamente considerando la probabilidad de que vuelvan a ocurrir.

Figura 14. Formula periodo de retorno

$$T = \frac{1}{1-(1-p)^{1/n}}$$

- T= periodo de retorno (años).
- P= probabilidad de excedencia.

En esta imagen podemos ver una tabla para la elección de periodo de retorno:

Tabla 6. Tabla probabilidad de recurrencia

Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)	ELV
Alcantarillas de carreteras		
Volúmenes de tráfico bajos	5-10	
Volúmenes de tráfico intermedios	10-25	-
Volúmenes de tráfico altos	50-100	
Puentes de carreteras		
Sistema secundario	10-50	-
Sistema primario	50-100	-
Drenaje agrícola		
Culverts	5-50	
Surcos	5-50	-
Drenaje urbano		
Alcantarillas cn ciudades pequeñas	225	
Alcantarillas en ciudades grandes	25-50	-
Aeropuertos		
Volúmenes bajos	5-10	-
Volúmenes intermedios	10-25	
Volúmenes altos	50-100	-
Diques		
En fincas	2-50	
Alrededor de ciudades	50-200	
Presas con poca probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza)		
Presas pequeñas	50-100	-
Presas intermedias	100+	-
Presas grandes		50-100%
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (amenaza significativa)		
Presas pequeñas	100+	50%
Presas intermedias		50-100%
Presas grandes		100%
Presas con probabilidad de altas pérdidas de vidas (alta amenaza)		
Presas pequeñas		50-100%
Presas intermedias'		100%
Presas grandes		100%

Fuente: Mejía J. (2006)

Para el proceso de diseño de defensa ribereña, se utilizará los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

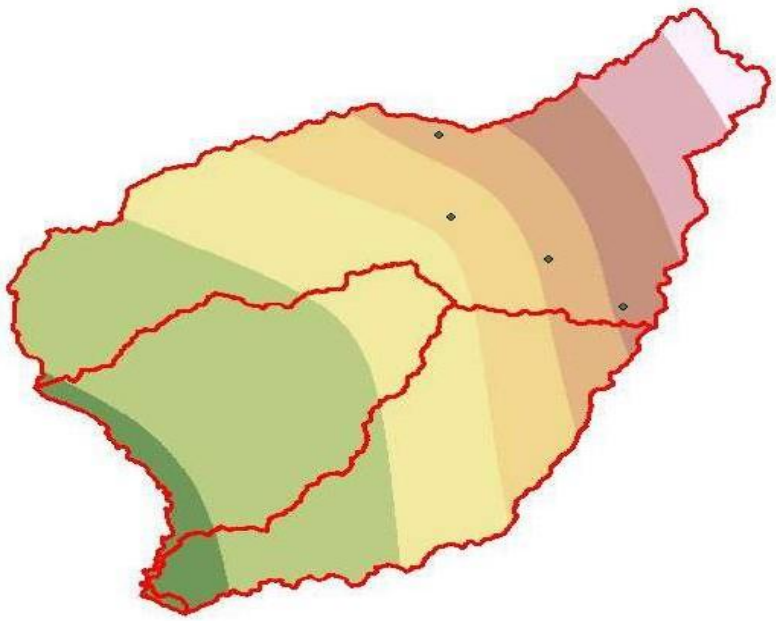
Método de Isoyetas

Es un método utilizado poder obtener datos de precipitaciones promediados sobre un área, cuenca, etc., en el cual se localizan los puntos de las estaciones con los datos pluviométricos respectivos ubicándolos geográficamente en un plano para poder trazar líneas de igual precipitación (isoyetas).

El siguiente método se basa en dibujar curvas con datos pluviométricos definidos por el periodo establecido. Los datos de precipitaciones y de tiempo se toman de acuerdo con la necesidad del problema.

Elaborando un cálculo para determinar las áreas entre las curvas trazadas, se determina la cantidad ponderada que corresponda por precipitación asignada a cada área elegida (Sánchez 2017)

Figura 15. Gráfico Método Isoyetas



Fuente: Elaboración propia

Método de polígonos de Thiessen

Este método es utilizado para determinar los datos de precipitación en un área de estudio (cuenca), con el fin de representar un dato promedio del comportamiento de las

precipitaciones que se tienen en la zona de estudio. Ubicando primero las estaciones dentro o cercanas a la cuenca con sus respectivos datos pluviométricos y coordenadas UTM, para proceder a líneas perpendiculares a las líneas de unión, con el cual se formen polígonos alrededor de cada estación, para poder hacer las mediciones de las áreas que ocupan en la cuenca y determinar el ponderado de precipitación que produce un dato de precipitación promedio media (Sánchez 2017)

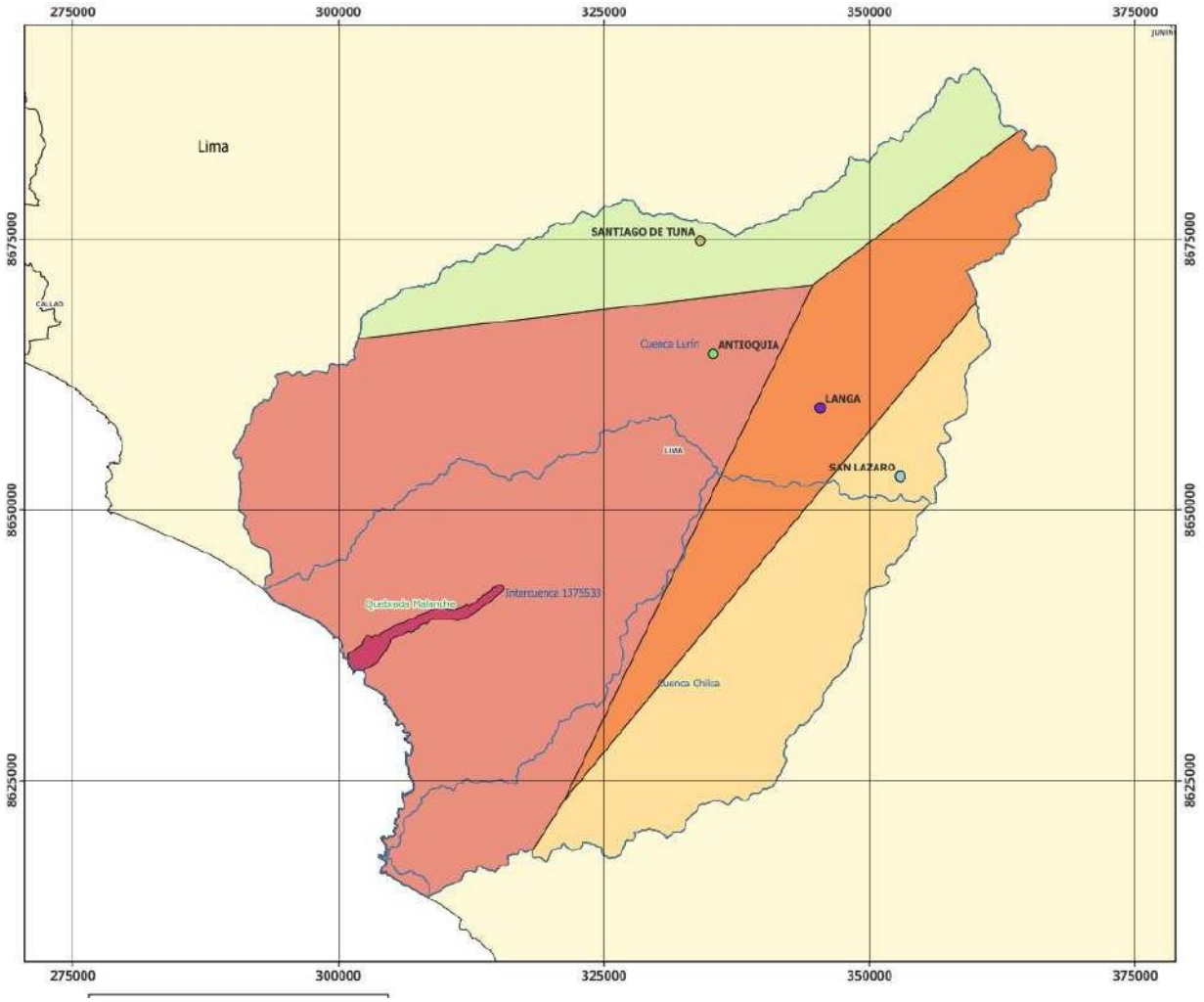
Se pueden determinar con la siguiente formula:

Figura 16. Formula polígonos de Thiessen

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Pi \cdot Ai}{\sum Ai}$$

- A: área de cuenca
- P: precipitación promedio
- N: número de estaciones

Figura 17. Gráfico Método Thiessen



Fuente: Elaboración propia

Coeficiente de Rugosidad de Manning

Este coeficiente de rugosidad es la representación de arrastre que tiene cada superficie del cauce, puede estar compuesta por vegetación o irregularidades que se

encuentren en el rio o quebrada, de tal forma que impida el libre flujo de la corriente de agua que este circulando.

De acuerdo con sus características físicas por donde este circulando el flujo de agua se puede obtener este factor de rugosidad que varía de acuerdo con las características de cada material (Vente C. 2017)

Tabla 7. Coeficientes de rugosidad de Manning

TABLA 7.Coeficientes de rugosidad de Manning

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Causes Naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0.025	0.030	0.033
Rectos con algunas piedras y pastos	0.030	0.035	0.040
Limpios con meandros con algunos pozos y bancos	0.033	0.040	0.045
Meandros con algunas piedras y pastos	0.035	0.045	0.050
Meandros con muchas piedras	0.045	0.050	0.060
Tramos sucios con pastos y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0.075	0.100	0.150
A1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y arboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
Cauce de canto rodados, con grandes rocas	0.040	0.050	0.070
A.2 Cursos en planicies inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
Pasto corto	0.025	0.030	0.035
Pasto alto	0.030	0.035	0.050
A.2.2 Zonas Cultivadas			
Sin cultivo	0.020	0.030	0.030
Cultivos sembrados en linea en fase de madurez fisiológica	0.025	0.035	0.045
Cultivos sembrados a voloo en fase de madurez fisiológica	0.030	0.040	0.050
A.2.3 Zonas arbustivas			
- Escasos arbustos y pasto abundante	0.035	0.050	0.070
Pequeños arboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0.035	0.050	0.060
Pequeños arboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0.040	0.060	0.080
Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0.045	0.070	0.110
Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0.070	0.100	0.160
A.2.4 Zonas Arbóreas			
Sauces densos, temporada invernal	0.110	0.150	0.200
Terreno claro con ramas sin botes	0.030	0.040	0.050
Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0.050	0.060	0.080
Zonas de explotación de madera con arboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel inundación por debajo de las ramas	0.08	0.100	0.120
Zonas de explotación de madera con arboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel inundación que alcanza las ramas	0.100	0.120	0.160
A.3 Cursos importantes(ancho de la superficie libre en crecida >30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente n con inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor.			
Sección regular sin rocas ni arbustos	0.025		0.060
Sección irregular y rugosa	0.035		0.100

Fuente: Mejía J. Hidrología aplicada (2006)

RIVER

El programa River es un software que nos permite simular flujos de agua en cauces, ríos, quebradas, realizados de forma natural o por el hombre que tienen

diferentes tipos de material concreto, piedra, etc., con el fin de determinar el nivel de agua, también se puede agregar en el modelo diferentes estructuras de obras hidráulicas como puentes, conducciones, presas, etc. Teniendo como objetivo realizar estudios que permitan obtener simulaciones de áreas posiblemente vulnerables por inundaciones o desbordes de ríos. Estudios (Ministerio de agricultura 2013)

El programa River se realizó por el ingeniero Emilse B. que es un profesional especialista en obras hidráulicas del ANA. Este programa es requerido por profesionales e instituciones involucrados con las obras hidráulicas y defensas ribereñas.

Figura 18. Programa River

Fuente: River 2023

HEC-RAS

Es un programa que facilita los datos de entrada y permite poder visualizar gráficamente los resultados de forma de cauce, pendiente, incluso exportarlos en forma de tablas. Algunos de los usos más frecuentes:

simulación de un flujo no permanente

simulación de un flujo permanente

simulación de volumen sedimentos

simulación de inundación

El software permite hacer simulaciones de cauces naturales o canales donde podremos determinar el tirante de agua, pudiendo incluir diversas obras hidráulicas incluyéndolo en el modelo de la simulación, así generando como dato un caudal diseñado se pueden determinar zonas inundables en el terreno de estudio.

Figura 19. Programa HEC-RAS

Fuente: Programa HEC-RAS

Calicatas

Es una técnica que consiste en realizar excavaciones verticales utilizando equipos mecánicos convencionales, para poder observar y reconocer el suelo e estudio, así mismo poder recolectar muestras que permitan realizar los estudios y ensayos correspondientes.

Esta técnica es la más usada puesto que tiene un costo bajo para poder realizarla, normalmente se utilizan equipos como pala y pequeñas máquinas para las perforaciones, se pueden utilizar en cualquier tipo de terreno, ya que permiten la inspección directa del suelo obteniendo datos con un bajo costo y rapidez al momento de realizarlo (MVCS 2018)

Figura 20. Calicata en Quebrada Malanche

Fuente: Los Autores 2023

Fotogrametría

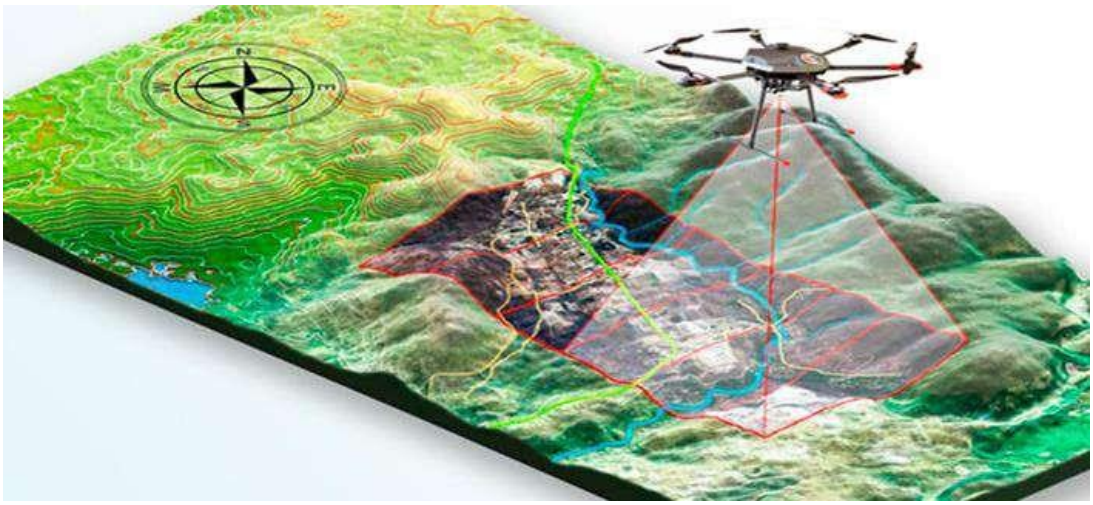
La fotogrametría es una técnica tecnológica que permite analizar y delimitar la posición y dimensiones de un área y objeto que se encuentre en la zona de estudio.

Se realiza haciendo varias fotografías sobre el terreno desde el aire generalmente echas por drones, para posteriormente procesar estas imágenes a través de softwares que nos permitan representar de forma geométrica el área de estudio.

Con la información de las imágenes procesadas se pueden crear mapas topográficos que nos ayuden a entender la geomorfología de la zona de estudio, y así poder tener una escala de la zona estudiada.

Esta técnica es muy utilizada en el área de cartografía, ortografía, arquitectura e ingenierías, ya que tiene una base de los fenómenos reales que hallan en la zona de estudio (MIDAGRI 2019)

Figura 21. Fotogrametría



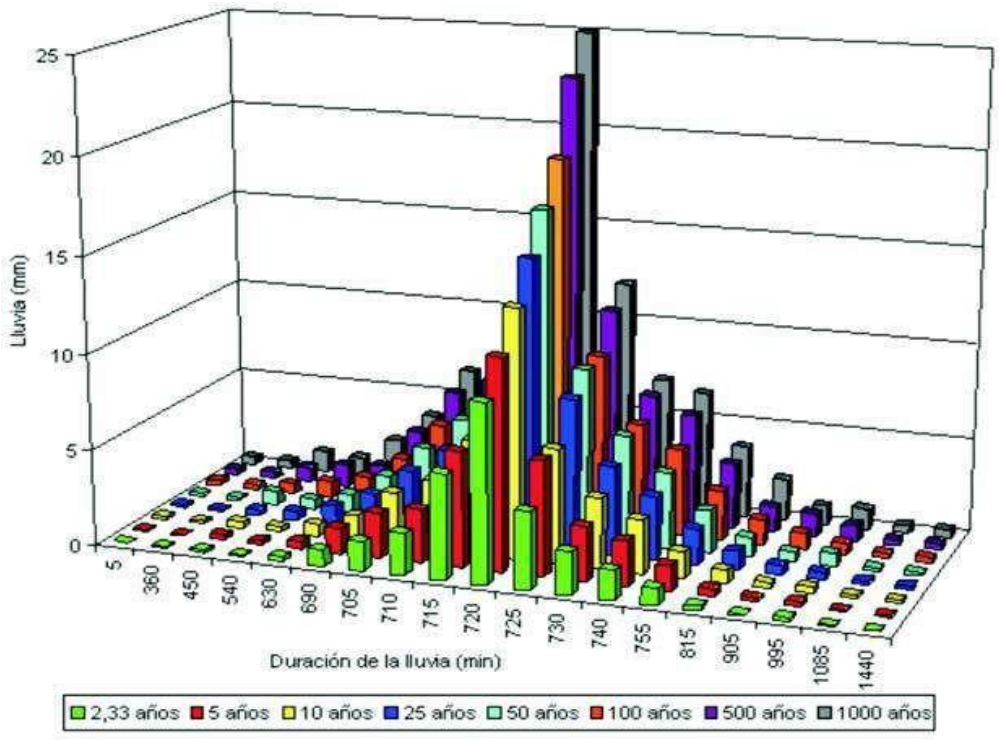
Fuente: Libro fotogrametría

Hietogramas

Los hietogramas son una representación en una gráfica donde se pueden evidenciar la variación e intensidad de los datos de precipitaciones que se tengan en estudio, estos representados a través del tiempo para poder visualizar la variación que han sufrido a través de este.

Estos diagramas se basan a través de un estudio de precipitaciones previo, y es muy utilizado en los procesos de diseño de obras civiles ya que con estos diagramas se llega a reconocer el comportamiento hidrológico que tiene la cuenca o quebrada, y se llegara a definir qué acciones se pueden llegar a tomar antes de definir la viabilidad que tendrá el proyecto (Bateman 2007)

Figura 22. Hietogramas



Fuente: Libro de Hidrología

Resistencia al corte

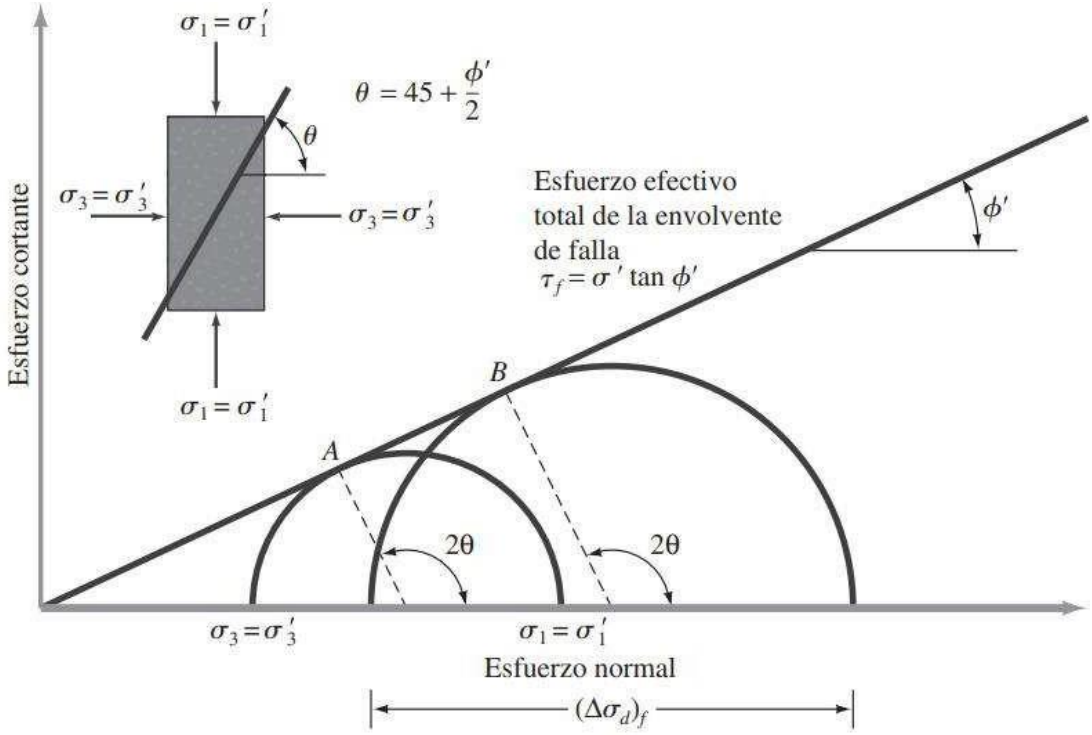
La resistencia al corte que tiene un suelo es la resistencia interna que tiene el suelo estudiado para resistir los esfuerzos de deslizamiento a lo largo del plano x, este ensayo de resistencia al corte es utilizado para analizar los datos de estabilidad del suelo, en los que incluye la capacidad de carga, su estabilidad ante eventos sísmicos, y la

presión que estos ejercen contrarrestando los esfuerzos de suelos continuos (Braja D. 2001).

a) Criterio de rotura de Mohr Coulomb

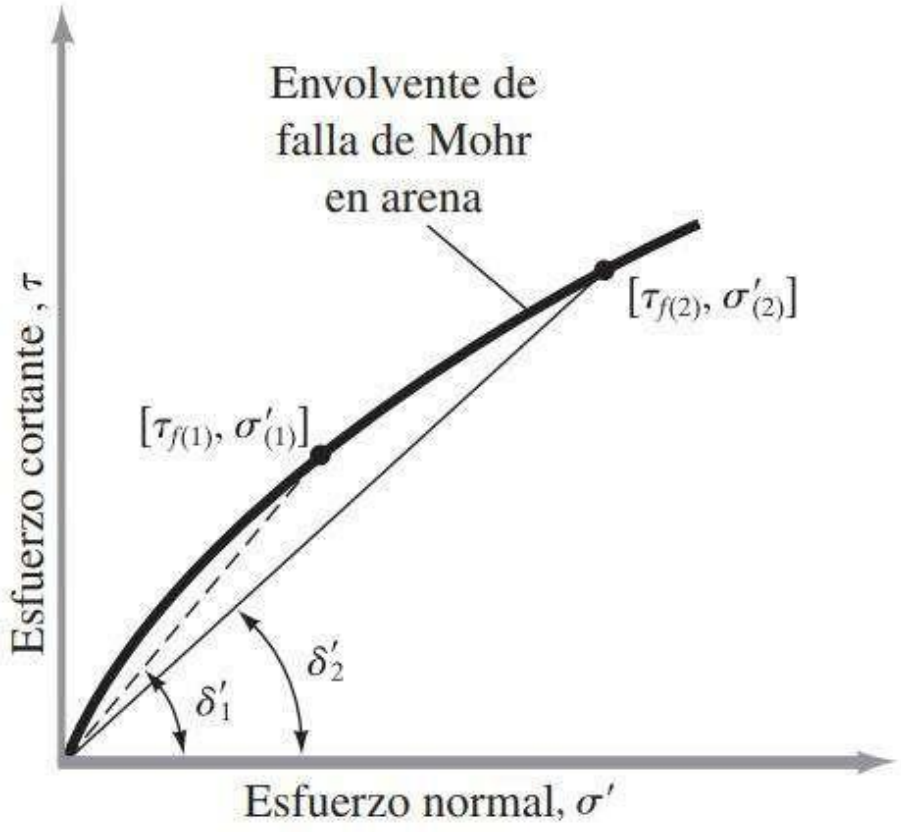
Mohr presento una teoría que especificaba que la rotura de un suelo ocurría debido a dos factores de fuerza que lidiaba contra ella, que eran los esfuerzos de cortante y esfuerzo normal, ya que no solo se expresa esta falla por cortante o solo por un esfuerzo máximo normal del suelo. (Braja D. 2001)

Figura 23. Criterio de rotura Mohr Coulomb



Fuente: Braja D. 2011

En la imagen podemos observar una línea representativa de la falla o rotura que se produce en la muestra de estudio. Definición de la resistencia residual



Fuente: Manual de ensayo de materiales, MTC, 2016

Este criterio Mohr- Coulomb, describe la respuesta que puede tener un material al ser sometidos a diversas fuerzas.

Tabla 8. Coeficientes de criterio de MohrCoulomb

Tipo de Roca	Clase	I Grupo	Textura			
			Gruesa 1	Media	Fina	Muy Fina
Sedimentaria	Clástica		Conglomerado (22)	Arenisca 19	Limolita 9	Arcololita 4
			Grauwaca (18)			
	No clástica	Orgánica	Carbón (8-21)			
		Carbonatos	Brecha (20)	Caliza (10)	Dolomita 8	
		Químicas		Gipsonita 16	Anhidrita 13	
Metamórfica	No foliadas		Mármol 9	Hornfels (19)	Cuarcita 24	
	Levemente foliadas		Migmatita (30)	Anfibolita 31	Milonita (6)	
	Foliadas*		Gneiss 33	Esquistos (10)	Filita (10)	Pizarra 9
Ígneas	Claras Oscuras		Granito 33 Granodiorita (30) Diorita (28) Gabro 27 Norito 22	Dolerita 19	Riolita (16) Dacita 17 Andesita (19) Basalto 17	Obsidiana (19)
	Piroclásticas extrusivas		Aglomerado (20)	Brecha (18)	Tufo (18)	

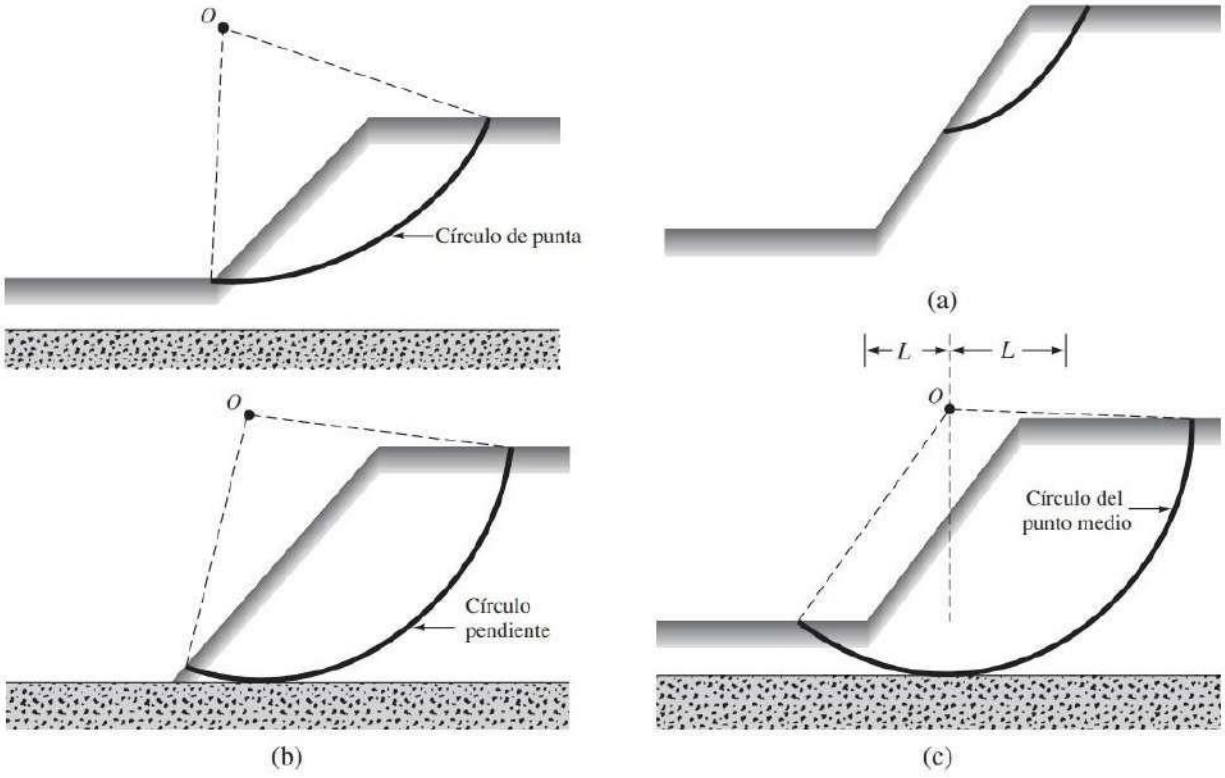
Fuente: Braja D. 2001

Fallas de taludes en suelos

Las fallas en taludes que se han producido a lo largo de la historia se han identificado una curvatura de ruptura que varía en su forma dependiendo de la morfología que presente el talud. La superficie en la que ocurre la rotura es normalmente circular, que conlleva hasta el pie del talud. También existen casos donde la superficie de rotura

es circular pero pasa por debajo del pie de talud, que se le denomina deslizamiento profundo. (Braja D. 2011).

Figura 24. Tipos de fallas en taludes



Fuente: Braja D. 2001

Factor de seguridad

La definición de factor de seguridad (FS) es la diferencia de las condiciones reales del comportamiento de un talud a esfuerzos normales, y las condiciones probables máximas que puedan ocurrir a lo largo del tiempo, preservando así la estabilidad y resistencia del talud. (Gerscovich, 2017).

Método de análisis de estabilidad de taludes

Para analizar un talud por el método de estabilidad, existen dos métodos que se pueden utilizar: método de equilibrio limite y método de análisis de esfuerzos.

Método de equilibrio límite

Este método consiste en hallar la superficie de ruptura del talud, determinando así el equilibrio que existe entre la masa activa del suelo. Se basa primero en asumir la ruptura que se da en el talud, alcanzando los FS=1, en el momento que ocurre la ruptura la resistencia al corte está en su máximo valor, mientras que el talud se encuentra en equilibrio, sin movilizar en el eje (x). Este método es el más utilizado ya que presenta una sencillez al realizarlo y los datos obtenidos con el son muy similares a lo real (Gerscovich, 2017).

Método análisis de esfuerzos

El método de análisis de esfuerzos consiste en estableces los estudios de esfuerzo y deformaciones, procesándolos en softwares que estén fundamentados con los elementos finitos (MEF). Obteniendo una ventaja al utilizar estos programas es la inclusión de parámetros geotécnicos de resistencia, así mismo las características de los materiales utilizados. (Gerscovich, 2017).

2.2.1 Muro Gaviones

Son estructuras que sirven para la protección márgenes de cauces, que están constituidas por rocas de canto rodado o rocas angulosas, es recomendable utilizar las de forma angulosas ya que permite un mejor confinamiento entre ellas, estas rocas se rellenan en cajas de mallas que tienen una resistencia superior a las tradicionales, estas mallas son distribuidas por diferentes distribuidores, y vienen en diferentes tipos de medidas comercialmente de 1.00 m x 1.00 m x 1.00 m. Estas medidas contribuyen a que

se puedan realizar diferentes tipos de estructuras geométricas según disponga el diseño, ya que se copilan entre ellas formando una estructura solida amarrándose entre las mallas, cabe resaltar que la abertura de las mallas debe ser por recomendación 3 veces menor que las rocas a almacenar en ellas, para evitar la pérdida de estos materiales (INDECI 2011).

Figura 25. Estructura gaviones

Fuente: Google 2023

2.2.2 Muro Enrocado

Son estructuras que protegen los márgenes de ríos y quebradas de daños como erosión y socavación que se obtiene a las grandes velocidades y pendientes a las que

están sometidas los cauces, se constituyen de grandes rocas superpuestas a las laderas de los ríos y quebradas, formando un muro que proteja las laderas ante estos fenómenos, las medidas de las rocas son grandes de 2.00m x 4.00m como mínimo, para evitar que los fuertes flujos de agua desequilibren estos taludes formados y provoquen la perdida de estos materiales (INDECI 2011).

Figura 26. Estructura Enrocado

Fuente: Google 2023

2.3 Definiciones de términos básicos

Caudales máximos: Son datos que representan la cantidad de agua que fluye en un tiempo determinado, esta agua puede proceder de cuenca hidrográfica, subcuenca o microcuenca hidrográficas según corresponda el estudio; este valor es muy importante en múltiples proyectos de ingeniería civil y obras hidráulicas.

Periodo de retorno: El periodo de retorno representado por las siglas (Tr), representa la probabilidad que un evento determinado pueda volver a ocurrir, es utilizado en la ingeniería hidráulica como dato para representar la probabilidad de que se presente

un caudal con las mimas características de tiempos pasados. Dicho en otras palabras, el periodo de retorno es un concepto estadístico que probablemente proporcione la una idea para que un suceso se considere raro.

Valor atípico: Un valor atípico es un dato o representación numérica que es diferente al resto de datos. Estos valores pueden indicar que algunos datos pertenecen a un rango de datos diferentes a las muestras que se puedan tener.

Dique: Es una estructura que puede ser de hormigón, concreto, piedras, arena, y otro material, con el objetivo de evitar el paso del agua. Este puede estar construido de forma perpendicular o paralela al flujo del agua que se desea contener.

Vulnerabilidad: La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad que tiene un elemento o conjunto de elemento frente a sufrir daños ante la ocurrencia de un peligro que se forma por parte de la naturaleza o algún daño ocasionado por el hombre. Es la probabilidad de que un elemento como infraestructura, vivienda, actividades productivas, entre otros, puedan sufrir daños. Este término se expresa en porcentajes de 0 a 100.

2.4 Formulación de la Hipótesis

Se propone el diseño de defensas ribereñas con el fin de encauzar y mitigar los desastres ocasionados en la quebrada malanche, por los múltiples fenómenos de altas precipitaciones que se presentan y vienen siendo más frecuentes, que ponen en un estado de vulnerabilidad a los pobladores de Punta Hermosa.

El método de diseño se aborda diferentes estudios de ingeniería como cálculos hidrológicos, cálculos hidráulicos, cálculos geológicos y cálculos estructurales, que son vitales para el desarrollo de nuestras variables principales (variable dependiente y variable independiente).

Se da inicio analizando los datos pluviométricos otorgados por en ANA y por el SENAMHI, procediendo a analizar los datos y eliminando datos dudosos que no conlleven relación para evitar alguna variación en la magnitud de parámetros estadísticos para los cálculos siguientes.

Estos datos se deben procesos en modelos de probabilidad con un ajuste de bondad en Tr 3de 10,20,50,100 y 200 años.

Empleando un modelo sintético para analizar los métodos de pérdidas y precipitación neta en caudal, incluyendo datos como tiempo de concentración, duración de llevar y duración de infiltración.

Paso siguiente se hace la modelación digital para determinar zonas vulnerables o de inundación y determinar las dimensiones geométricas del dique longitudinal.

2.4.1 Hipótesis general

HG: El diseño de defensas ribereñas permite evaluar la alternativa más eficiente para el encauzamiento y mitigación de desastres en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa

2.4.2 Hipótesis específicas:

H1: El estudio topográfico determina una pendiente mayor al 3% influyendo directamente en la velocidad que conlleva a problemas de erosión y socavación de la quebrada malanche.

H2: El estudio hidrológico determina un caudal de diseño mayor a 70 m3/s en la quebrada Malanche.

H3: La sección estable del cauce es superior 10m siendo el sistema de enrocado la alternativa más eficiente para el diseño de defensa ribereña.

H4: El análisis estructural determinó que la estructura tipo enrocado soporta cargas de compresión y deformación sin perder sus características.

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Esta investigación efectúa el diseño de defensas ribereñas para los márgenes del curso del agua de la quebrada malanche, de tal manera que se pueda realizar el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados por fenómenos de altas precipitaciones como Fenómeno del Niño, Ciclón yaku y otros fenómenos que conlleven altas precipitaciones con el fin de reducir el estado de vulnerable que tiene la zona de Punta hermosa a causa de desbordes e inundaciones.

Realizando el análisis y recolección de datos con el fin de encontrar las áreas de desborde e inundación; recolectando muestras de suelo para realizar los ensayos correspondientes que nos permitan comprender los diferentes aspectos hidrológicos y topográficos de la quebrada, teniendo como objetivo encontrar las zonas de vulnerabilidad ante los desastres de inundaciones y también estructuras afectadas por el fenómeno llamado ciclón yaku en el último año 2023.El ensayo de mecánica de suelo determinara la posibilidad de utilizar el material del sitio para la construcción de defensa ribereña o en caso contrario se requiera material de préstamo para esta construcción.

Con la ayuda de un vuelo dron se revisará imágenes para determinar la topografía de la quebrada malanche con la técnica de fotogrametría.

Se recopila datos de reportes de daños que nos proporciona el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), así como también la revisión de los datos pluviométricos históricos que nos proporciona el ANA y el SENAMHI, para determinar la relación de las variables (independiente y dependiente) del estudio.

3.1.1 Tipo de investigación

El estudio es de nivel aplicada buscando diseñar una defensa ribereña aplicando diferentes fórmulas y conocimientos obtenidos a lo largo de la investigación, que nos permitan mitigar los daños producidos por desborde e inundaciones en zonas aledañas de la quebrada malanche.

Se tiene un enfoque cuantitativo, permitiendo medir las variables empleando diferentes modelos numéricos para procesar los datos.

3.1.2 Diseño de la investigación

El tipo de estudio utilizado es no experimental tipo transversal retrospectivo, ya que se busca demostrar el diseño de la defensa ribereña a través vez de fórmulas que se tienen en norma que especifican el diseño y datos a tener en cuenta al diseñar estas estructuras, teniendo en cuenta valores que se pueden obtener en campo mediante la manipulación de las variables, todas estas en un rango de tiempo determinado, teniendo como hechos sucesos ya acontecidos por diferentes fenómenos que dejaron datos de desastres ocurridos previamente.

En la investigación utilizamos los siguientes diseños de investigación:

No experimental

El tipo de estudio empleado es No experimental, no realizando ningún tipo de variación en las variables, basándonos en datos y formulas ya existentes en Normas y estudios previos.

Transversal

El tipo de estudio Transversal, tomando datos obtenidos en campo y gabinete, mediante diferentes métodos de recolección de datos, en un solo rango de tiempo.

Retrospectivo

El tipo de estudio Retrospectivo, ya que se realiza el diseño de la estructura posteriormente a los acontecimientos ocurridos y datos obtenidos en base a fuentes con respaldo profesional.

3.1.3 Nivel de investigación

Correlacional

De nivel correlacional, permitiendo relacionar el encauzamiento y mitigación de los desastres ocurridos en la quebrada malanche con el diseño de defensa ribereña con el objetivo de poder determinar y analizar la dependencia de las variables.

Explicativa

El nivel de la investigación es explicativo teniendo como fin principal, explicar la relación causa efecto que presenta las variables.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población está definida por el distrito de Punta Hermosa, que cuenta con 15 786 pobladores según el (INEI 2017), cuenta con un área de 131.29 km2, siendo uno de los 43 distritos que conforma la ciudad de Lima. Se encuentra en el Km. 44.5 de la antigua Panamericana Sur. Se requiere un tiempo aproximado de 50 minutos para llegar a través de la Panamericana Sur.

Delimita con los siguientes distritos:

Norte: Lurín

Este: Huarochirí

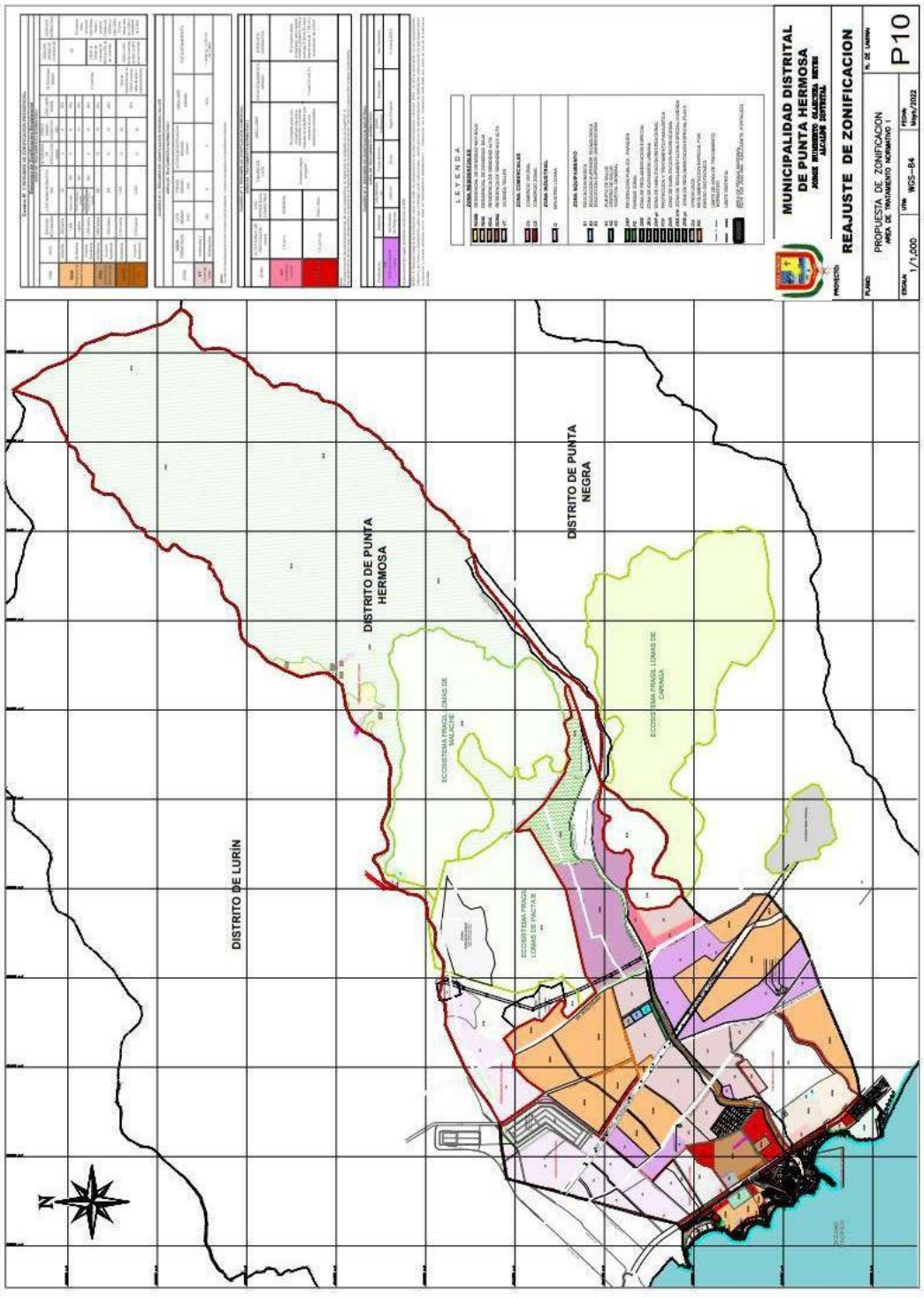
Sur: Punta Negra

Oeste: océano Pacifico

Las coodenadas UTM donde podemos ubicar el distrito es en las coordenadas UTM (WGS84) X: 301394E; Y: 865394N.

El relieve del distrito es plano en un 40% de suelos arenosos, presentando 5 sectores urbanos definidos y 4 Agrupaciones de Asentamientos humanos, siendo estos ultimos los mas afectados por los desastres ocurridos en periodos de altas lluvias.

Figura 27. Distrito de Punta Hermosa



Fuente: Municipalidad de Punta Hermosa 2022

3.2.2 Muestra

La muestra de la investigación está definida en los 30 km de longitud de la quebrada Malanche, que ocupa un área de 184 km2, que pasa por las comunidades de Santa Rosa, Pampa pacta y Urb. de Punta Hermosa zona Norte.

Ubicada en todo el trayecto de la quebrada Malanche, que cuenta con acceso principal por la Panamericana Sur KM 52.1, El tiempo estimado desde Lima para llegar a esta zona es aproximadamente 50 minutos, podemos ubicarla en las siguientes coordenadas UTM WGS84:

Norte: 8635394

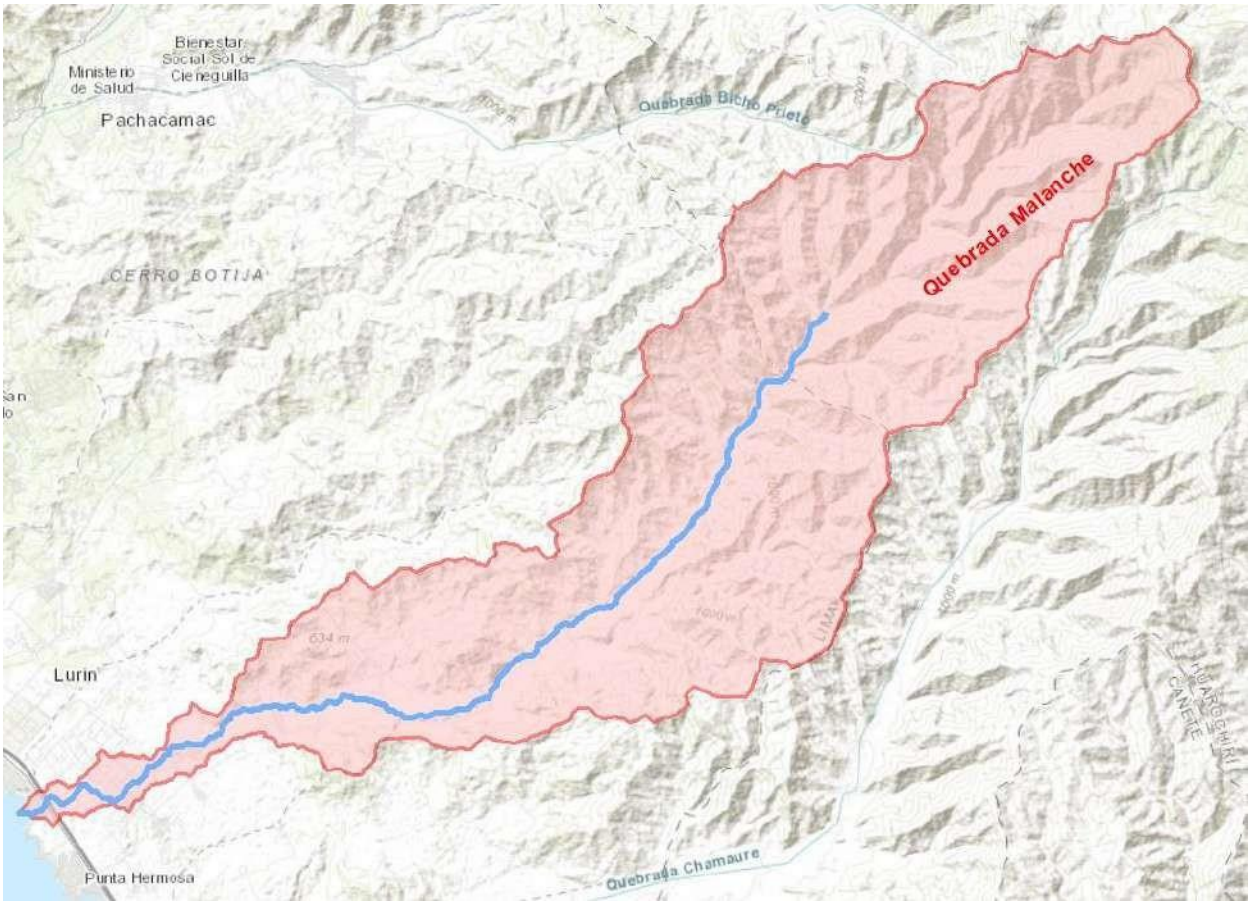
Este: 301394

Zona: 18L

El acceso para poder llegar a la quebrada desde Lima es por la carretera Panamericana Sur, en el km 52.1, hay una entrada hacia la antigua panamericana sur, que al lado derecho de la vía existe un desvío que te dirige hacia las comunidades de santa rosa y pampa pacta.

La vía predominante es trocha arenosa que demora aproximadamente 20 minutos hasta llegar a la comunidad de Pampa pacta y seguido de 30 minutos adicionales para llegar a la comunidad de Santa Rosa. Ubicando la quebrada malanche en toda la longitud de esta carretera. En esta imagen se aprecia la ubicación:

Figura 28. Quebrada Malanche



Fuente: Elaboración ArcGIS 2023

La quebrada Malanche se sitúa en la cuenca interconen35065, que abarca los distritos de Punta hermosa, Lurín y Mala. Es un estrecho y árido valle montañoso con una longitud aproximada de 30.95 km, atravesado por el Rio Seco. Tiene una dirección predominante de Este – Oeste, que limita al norte con la quebrada Bicho Prieto y al Sur con la quebrada Chamaure.

La cubierta arenosa se encuentra principalmente en todo el tramo de la quebrada, además de parcelas cultivadas a los lados de la quebrada. Desarrolla mayores concentraciones de lluvias en el tiempo de diciembre a abril.

Figura 29. Quebrada Malanche Santa Rosa – Pampa pacta

Fuente: Elaboración Propia (2023)

3.3 Variables y definición operacional

Se detallan la variable Independiente y la variable dependiente, que tienen como fin diseñar una defensa ribereña para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa departamento de Lima

Variable independiente:

Diseño de defensa ribereña

Variable dependiente:

Encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la quebrada malanche

Operacionalización de variables:

Variable independiente: Diseño de defensa ribereña

3.3.1 Definición de la variable

Son estructuras que tienen como función proteger las crecidas de las quebradas en los márgenes del curso de agua. Protegiendo contra fenómenos de erosión y socavación teniendo como resultado una defensa contra las inundaciones (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2019)

3.3.2 Operacionalización de la variable

Identificación de su propiedad medible: Factor de seguridad mayor a 1 unidad adimensional.

Determinación la variable para convertirse en un indicador: Mediante Estudios hidrológicos, análisis hidráulicos y análisis estructurales.

Medición de los indicadores en escalas de medición: Caudal de diseño, tiempo de concentración del caudal, Hidrograma unitario, régimen de flujo, ancho de encauzamiento, tirante crítico.

Variable dependiente: Encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la quebrada malanche

Definición de la variable, conceptualmente: Es el accionar de conllevar a una determinada corriente de agua por una dirección, mediante la realización de una obra civil que prevengan fenómenos naturales que ocasionan daños serios y/o fatales que la sociedad no pueda responder.

Operacionalización de la variable: Identificación de su propiedadmedible: Alta, media y baja.

Determinación de cómo se manifiesta la variable para convertir la misma en un indicador: vulnerabilidad económica y física.

Medición de los indicadores en una(s) escala(s) de medición

Identificación de afectados y niveles de vulnerabilidad.

3.4 Técnicas de recolección de datos

La presente investigación se realiza en tres etapas que nos proporcionan la presente recolección de datos:

Como primer paso se utiliza una recopilación de datos hídricos de 4 estaciones pluviométricas cercanas a la quebrada malanche desde el año 1963 al 2014 con la unidad de medida milímetros columna de agua (mm), obtenidos de la ANA y el SENAMHI, para la posterior medición de los datos hidrológicos.

Como segundo paso se realiza la técnica de fotogrametría, con la ayuda de las cartas nacionales obtenidas de la página del MIEM, imágenes tomadas desde un dron y el software Sas.Planet con el fin de obtener datos de topografía para la posterior medición de datos geomorfológicos de la quebrada malanche la cual es la zona estudiada.

Como tercer paso se realiza la extracción de muestras de suelo por medio del método de calicatas, para posteriormente poder someterlo a los estudios y ensayos pertinentes, que permita obtener los datos para la simulación de la estructura. Se realiza 6 calicatas con medidas de 1m x 0.50m x 1.5m de profundidad con el fin de poder obtener sus datos geológicos.

3.4.1 Instrumentos

La presente investigación utilizo diferentes tipos de instrumentos en el proceso de recolección de datos, datos que son importantes en el proceso de diseño de la estructura hidráulica.

Se utilizan los programas Sas.Planet para la obtención de imágenes georreferenciadas que nos permitan reconocer la geometría de la muestra en un plano 2D, para posteriormente obtener los datos en formato RASTER que son archivos que contienen datos topográficos del área de estudio, tales datos como curvas de nivel, cotas, y datos que permiten la geolocalización del área de estudio en el software ArcGIS.

Los archivos pluviométricos que son archivos que contienen datos de pluviometría (datos de precipitaciones), proporcionados por diferentes aparatos que son controlados por el ANA, que se encargan de la medición diaria de lluvia caída en determinado instante de tiempo, obteniendo datos de la cantidad de precipitación, el tiempo que duran estos eventos y periodos en los que ocurre estas precipitaciones. Estos datos serán para la obtención del caudal máximo para un Tr determinado.

Los instrumentos para el ensayo de suelos serán vitales para conocer las características del suelo de la muestra, cuyos datos que proporcionan son capacidad portante, índice de granulometría y resistencia al corte.

3.4.1.1 Datos pluviométricos

Los datos pluviométricos son obtenidos de la base de datos del ANA y del SENAMHI, que son datos de uso público para el estudio de diferentes fenómenos de precipitaciones que se puedan registrar a lo largo de la historia.

Se obtiene la validez de estos instrumentos ya que son datos obtenidos de estaciones meteorológicas que son controladas estas entidades, cuyo fin es proporcionar datos certeros que satisfagas las necesidades de los investigadores para los diferentes proyectos que se puedan tener referente a obras hidráulicas.

3.4.1.2 Archivos delimitación de cuenca

Los archivos para poder delimitar la cuenca en estudio son de uso público y están denominadas como cartas nacionales, tienen un formato RASTER que nos proporcionan datos para poder obtener la geomorfología del área de estudio, brindándonos datos geomorfológicos para obtener diferentes aspectos topográficos de la muestra.

Se obtiene la validez de estos archivos para la delimitación de la cuenta ya que son obtenidos del MIEM, que cuentan con los datos geomorfológicos del Perú, cuyo fin de estos archivos es brindar ayuda a las diferentes investigaciones.

3.4.1.3 Fotogrametría

Uno de los métodos para conocer la geografía de la muestra, con la ayuda de algunos softwares como el Sas.Planet obtendremos imágenes que serán procesadas en plano 2D, con sus debidas indicaciones geográficas que permiten la fácil localización del área de estudio en los softwares que posteriormente se usaran en el proceso de datos.

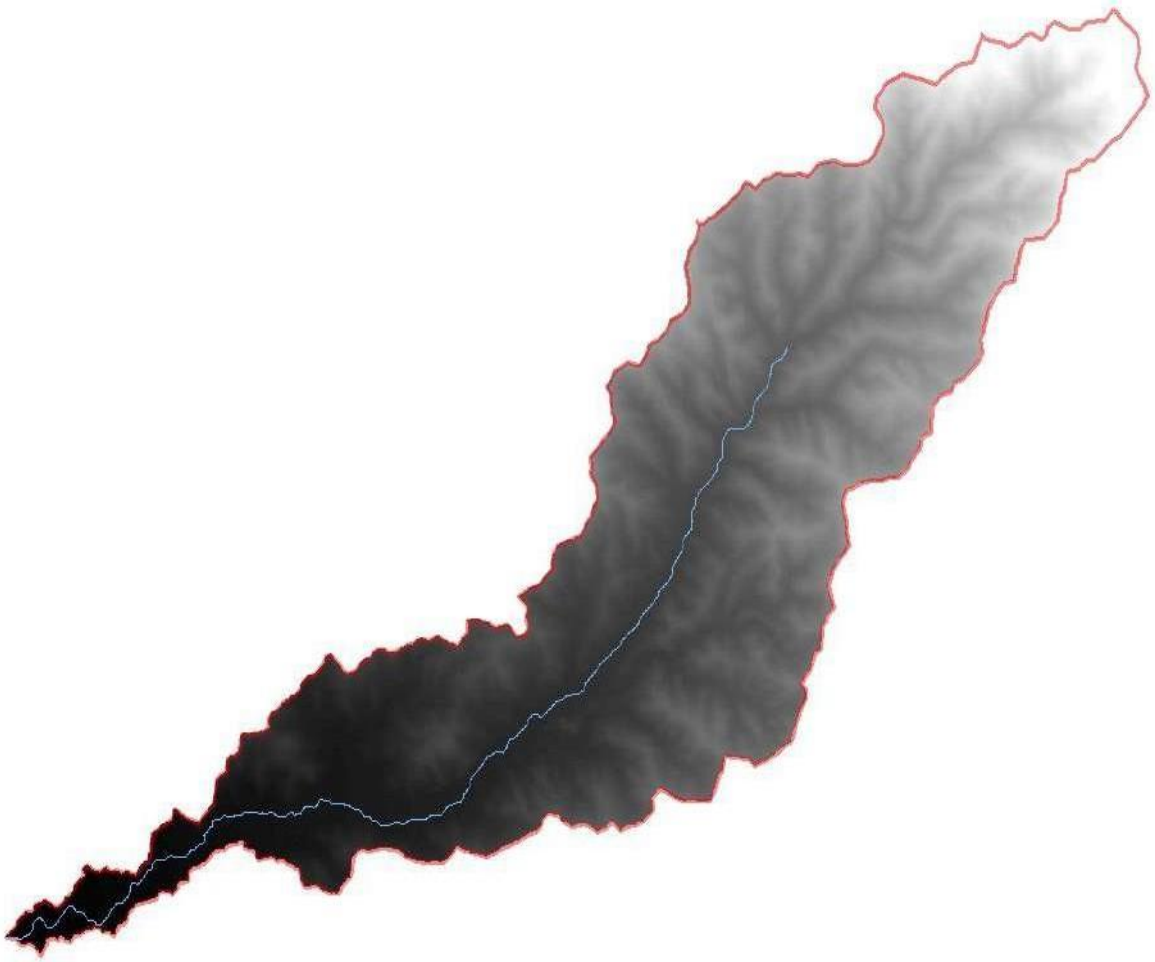
Se obtiene la validez de estos datos proporcionados por el software Sas.Planet ya que son datos recopilados de diferentes entidades del estado como el MIEM, que nos brindan imágenes para poder obtener la geografía del lugar.

3.4.1.4 Ensayos de suelos

El laboratorio de la Universidad San Martin de Porres se encuentra a disposición para poder realizar estos ensayos, así obtener de las características del suelo que se encuentra en la zona de estudio, ensayos que fueron asistidos por el técnico especializado en estos estudios y ensayos, muestras que fueron extraídas por el método de calicatas inicialmente, para que sean procesadas en el laboratorio y poder conocer las características de capacidad portante, granulometría y resistencia al corte del suelo donde se realiza el estudio.

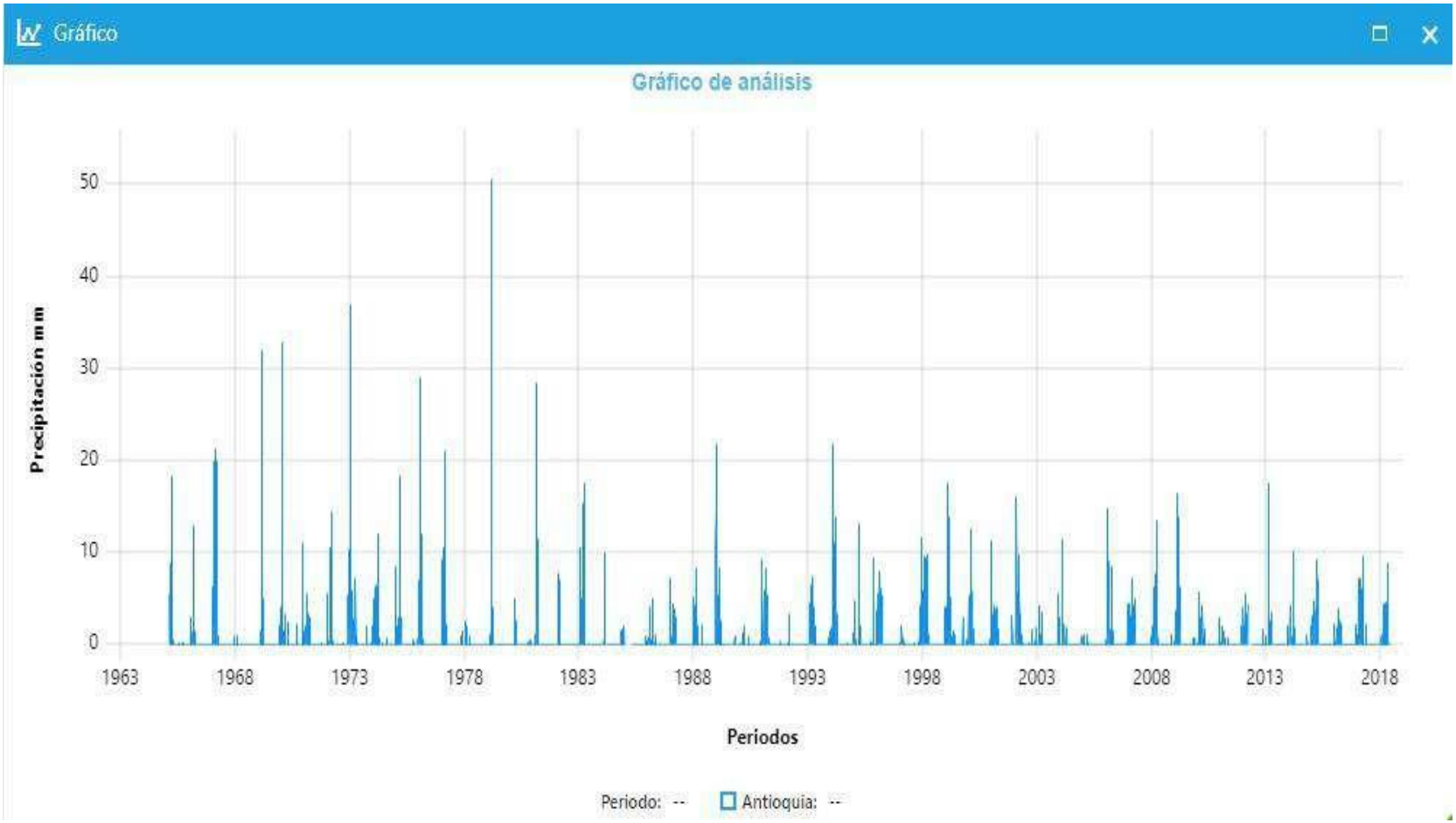
La validación para estos datos obtenidos es proporcionada por el ingeniero a cargo de la realización y verificación de estos ensayos, por medio de un informe que se presenta que indican la veracidad de los datos obtenidos mediante estos ensayos.

Figura 30. Archivo RASTER



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2019)

Figura 31. Datos Pluviométricos



Fuente: ANA y SENAHMI (2018)

3.5 Técnicas de procesamiento de datos

Para el proceso de estos datos se necesita tres etapas con el objetivo de relacionar las variables:

3.5.1 Proceso hidrológico

Los datos pluviométricos obtenidos se ordenan de manera decreciente y son tabulados para poder identificar cualquier dato dudoso de las estaciones que provoquen una varianza en ellos estos en el programa Excel.

Con ayuda del software ArcGIS, se procesan los datos de geomorfología y geografía obtenidas previamente en la recolección de datos, de esa forma poder recopilar los datos de geomorfología que tiene la cuenca, datos como área, perímetro, pendiente, longitud de la quebrada.

En el programa Excel que facilita a realizar procesos numéricos, se realiza la distribución de los datos pluviométricos a través del método de Thiessen e Isoyetas, con el fin de calcular los valores absolutos y relativos.

Obteniendo de esa forma los datos de precipitaciones de intensidad y precipitaciones máximas para cada periodo de retorno determinado, procesados y graficados en un Hietograma.

3.5.2 Proceso hidráulico

Los datos obtenidos de los Hietogramas son procesados y simulados en el programa HEC-HMS, software que nos ayuda a obtener los caudales máximos que serán utilizados en la simulación de inundación.

Procesamos los datos en el programa HEC-RAS, software que nos permite simular un determinado caudal en determinado tiempo, ingresando los datos obtenidos

previamente en el proceso del estudio topográfico, como la geomorfología de la cuenca y el caudal de diseño.

Obtendremos datos de las áreas críticas que son susceptibles a las inundaciones, así mismo tendremos los tirantes críticos que nos permitirán realizar el correcto diseño de la estructura, teniendo en cuenta las fuerzas externas que tiene que enfrentar.

3.5.3 Proceso diseño estructural

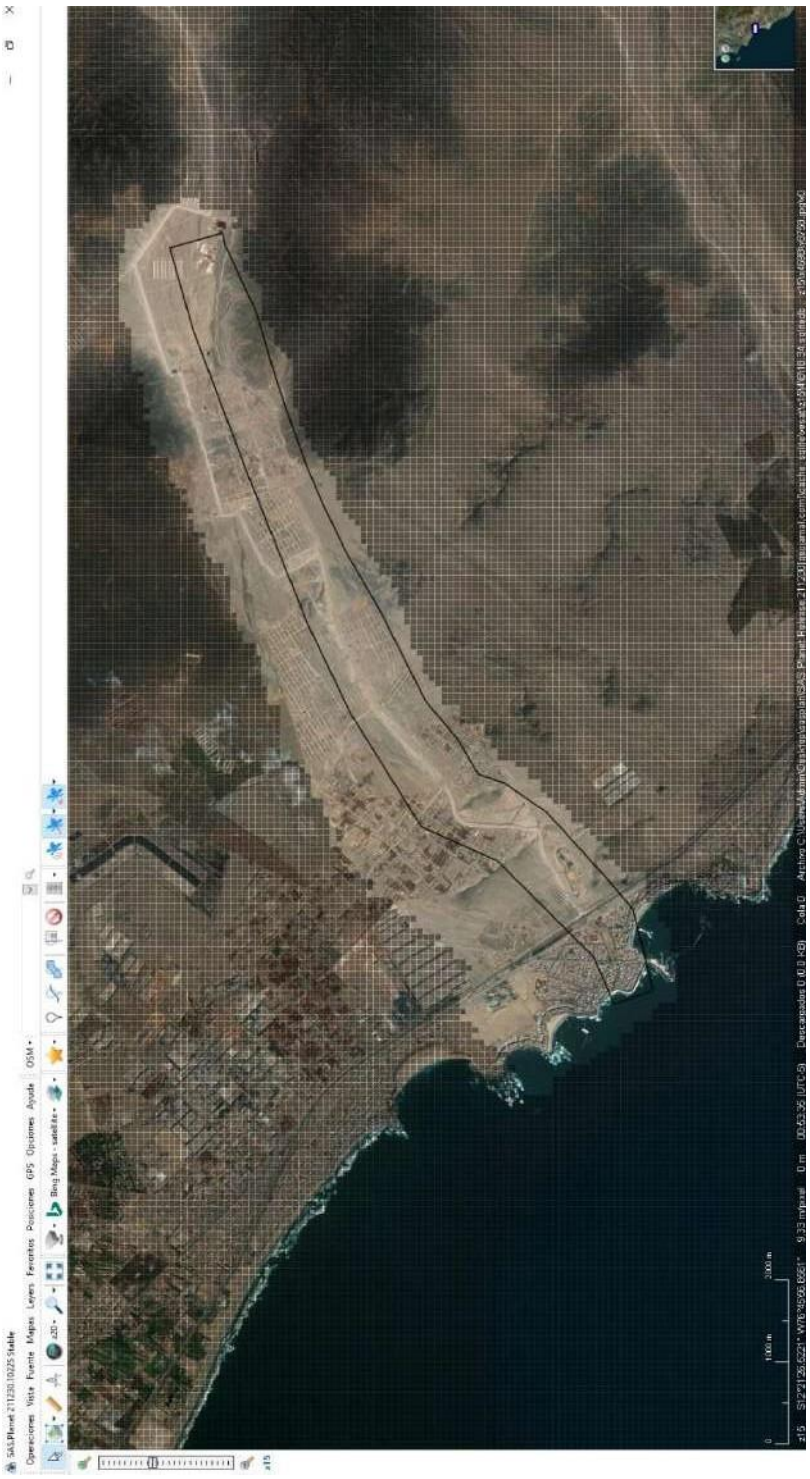
Los datos recolectados previamente en el estudio de suelos son ingresados en el programa River, software que permite diseñar un sistema de defensa rivereña para un determinado caudal, teniendo en cuenta los datos geomorfológicos del estudio.

El programa nos diseñara un sistema de defensa ribereña que cumpla con esta función, siguiendo con el paso de la comprobación del sistema estructural en el programa GeoStudio, el cual podemos modelar el diseño estructural y someterlo a diferentes fuerzas que intervienen en la estructura, sometiéndolo a un análisis estático y pseudodinamico, que cumplan con lo establecido en la norma para la resistencia mínima, obteniendo así nuestro diseño de defensa ribereña.

Software River y Hec-Ras

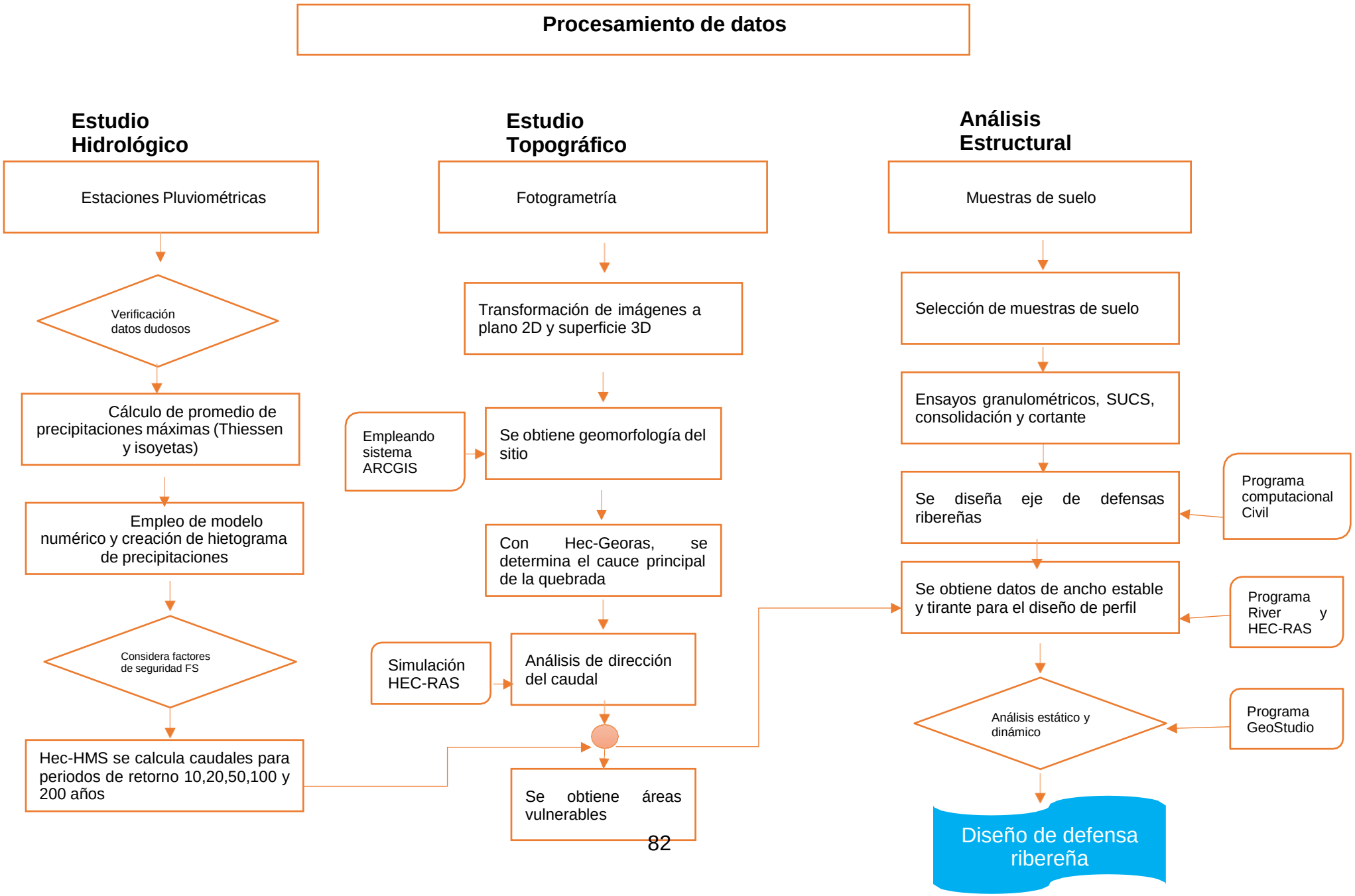
Son softwares desarrollados por el Centro de Ingeniería Hidrológica (CEIWE-HEC), para poder brindar ayuda en la gestión de los recursos hídricos. Estos softwares nos ayudaran a realizar las simulaciones por inundaciones y desbordes, para así obtener las reas vulnerables de la zona en toda la longitud de la quebrada malanche.

Figura 32. Procesamiento de Imágenes Sas.Planet



Fuente: Sas.Planet (2019)

Tabla 9. Procesamiento de datos



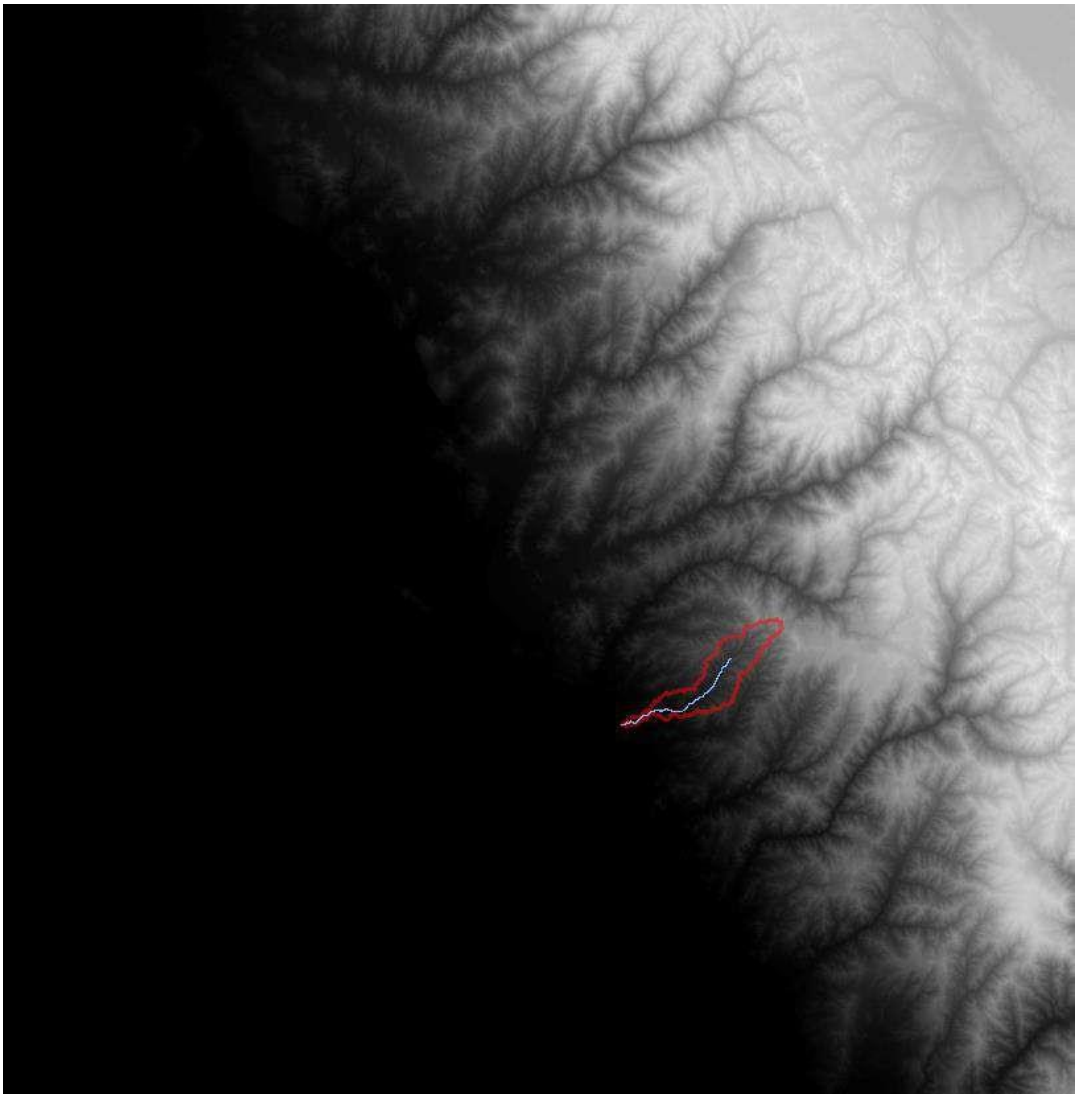
CAPITULO IV DESARROLLO

4.1 Desarrollo estudio topográfico

4.1.1 Delimitación quebrada Malanche

Como primer paso ingresamos los datos Ráster obtenidos previamente en el programa ArcGIS y los procesaremos para poder delimitarlos a nuestra cuenca en estudio.

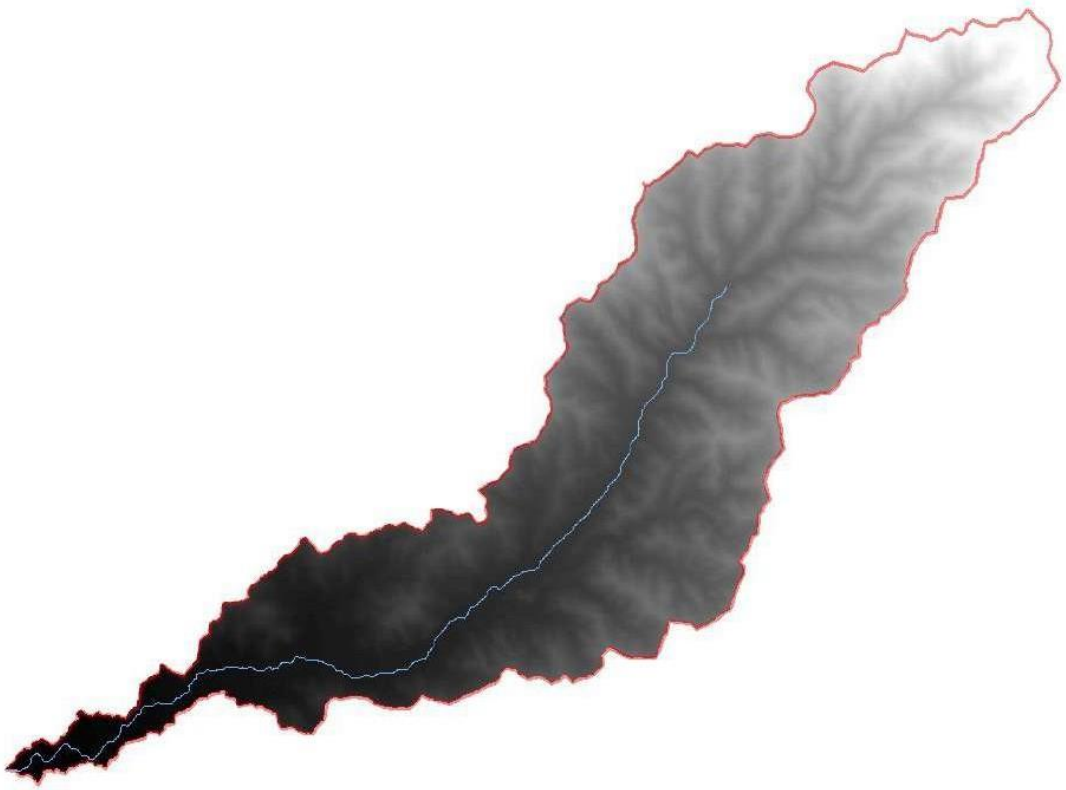
Figura 33. Archivo Ráster de la cuenca



Fuente: elaboración propia

Con los comandos de extrack by mask, que es una de las herramientas que se encuentran en la parte derecha de la caja de herramientas (Análisis tolos) del programa ArcGIS, delimitamos el archivo ráster a nuestra cuenca de estudio.

Figura 34. Archivo ráster delimitado



Fuente: Elaboración propia

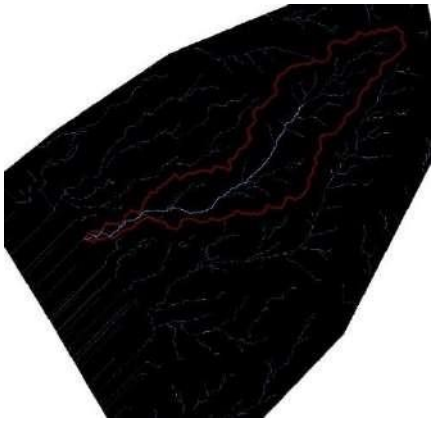
con la herramienta Flow Direction, que se encuentra en la caja de herramientas del programa, ingresaremos los datos del ráster y lo procesaremos, nos dará como resultado una imagen de la dirección de flujo de la cuenca.

Figura 35. Herramienta Flow Acumulation de quebrada Malanche

Fuente: Elaboración en ArcGIS 2023

En la misma caja de herramientas en Spatial Análisis Tools, encontraremos la herramienta de Flow Accumulation, que es una herramienta que nos ayudara a reconocer las líneas de escorrentía que presenta la quebrada, previamente ingresando los datos de Flow direction.

Figura 36. Diseño Flow direction de cuenca



Fuente: elaboración propia ArcGIS

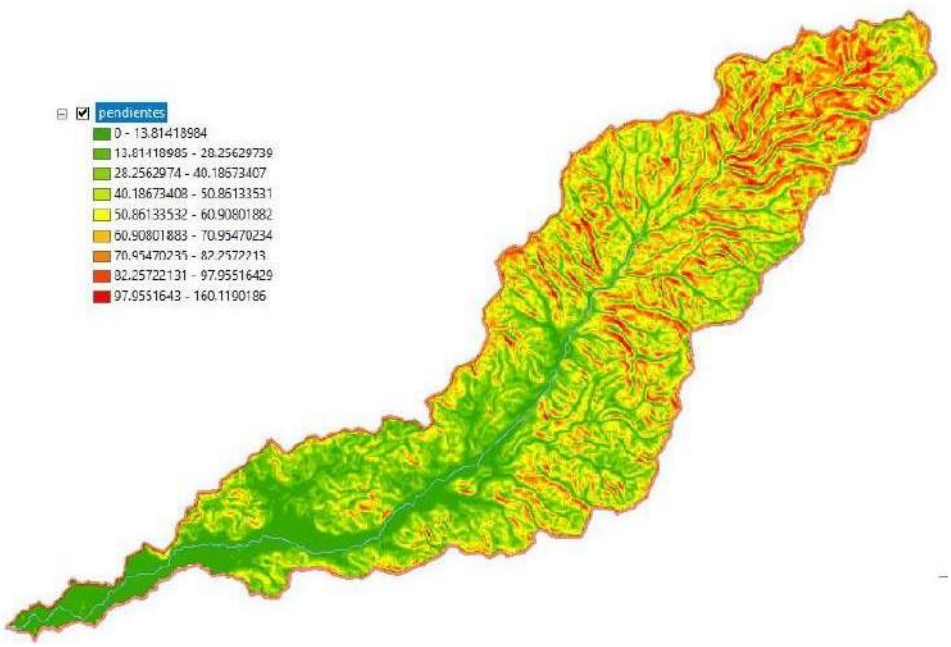
En la caja de herramientas Surface, escogeremos la herramienta Contour e ingresaremos los datos de Flow direction que se encuentra en formato Ráster, con la cual obtendremos los datos de curvas d nivel de la quebrada.

Figura 37. Curvas de nivel quebrada malanche

Fuente: Elaboración propia

Con la herramienta Slope, que se encuentra en la caja de herramienta Surface, ingresaremos los datos de curvas de nivel, para así obtener una representación gráfica del pendiente que se encuentran en el cauce.

Figura 38. Archivo pendiente (ArcGIS)



Fuente: elaboración propia

Figura 39. Datos geomorfológicos de la cuenca

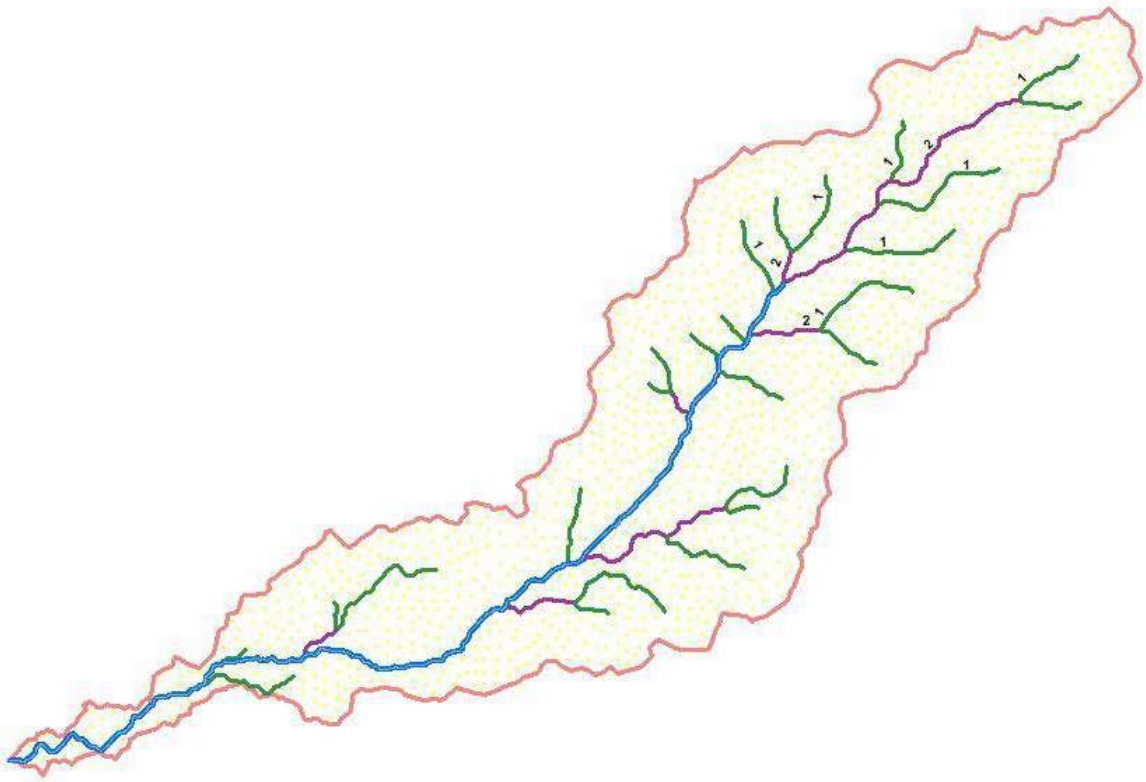
RESUMEN: PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA quebrada Malanche

Resumen de los Calculos Geomorfologicos de la quebrada Malanche

PARAMETROS				UND	NOMENCLATURA	CUENCA
Superficie total de la cuenca				Km²	At	186.603
Perímetro				Km.	P	98.203
UBICACIÓN	Zona de Proyeccion UTM			s/U	Zona	18
	X			m	Coord. X	642821.91
	Y			m	Coord. X	8605256.81
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		s/U	$Kc = 0.28\ P / (At)^{1/2}$	2.028
	FACTOR DE FORMA	Longitud de la Cuenca		Km.	LB	45.356
		Ancho Medio de la Cuenca		Km.	AM = At / LB	4.114
		Factor de Forma		s/U	Kf = AM / LB	0.091
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor		Km.	$Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/pi*Kc^2))$	45.356
		Lado Menor		Km.	$Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1-(1-4/pi*Kc^2))$	4.114
	Densidedad de drenaje			Km./Km².	Dd = Lt / At	0.571
Desnivel total de la cuenca				Km.	Ht	3.342
Altura media de la cuenca				m.s.n.m.	Hm	1160
Pendiente cuenca (Met. Rectangulo Equivalente)				%	Ht / Lma	7.37%
Tiempo de Concentracion Kirpich				min.	0.0195(L^3/h)^0.385	204.98

Fuente: elaboración propia

Figura 40. Geomorfología quebrada Malanche



Fuente: Elaboración en ArcGIS

4.1.2 Proceso ensayo de suelo

Para realizar el debido proceso, es necesario recolectar los datos del estudio geológico que consiste en realizar ensayos: granulométricos para el sitio, corte directo y de consolidación, desde las muestras tomadas en la zona de estudio.

Para la toma de muestras, se realizaron 6 calicatas de medidas 1m x 0.5m x 1.5m Largo, ancho y profundidad respectivamente, que se representan en la tabla siguiente:

Tabla 10. Ubicación de calicatas

CALICATAS		UBICACIÓN		PROFUNIDAD ALCANZADA DESDE SUPERFICIE EXISTENTE
PUNTO	FECHA	NORTE	ESTE	
C-1	18/04/2023	8640121	308570	150 m
C-2	18/04/2023	8639348	307096	150 m
C-3	19/04/2023	8638820	305487	150 m
C-4	21/04/2023	8638100	304240	150 m
C-5	21/04/2023	8636902	303203	150 m
C-6	22/04/2023	8635915	302186	150 m

Fuente: Elaboración Propia

La muestra dividida se pesa y se somete al tamizador que dividirá los diámetros del suelo, La selección del diámetro de mallas es respecto a la norma E 030 ensayo de suelos.

Se calculan los pesos de la fracción de muestra que pasa en cada malla, para ser graficados y determinar el tipo de suelo.

Figura 41. Proceso de ensayo granulometría

Fuente: Elaboración propia

Las muestras de suelo fueron extraídas de la zona de estudio, las cuales fueron presentados en laboratorio para llevar a cabo diferentes ensayos y estudios de suelo, se

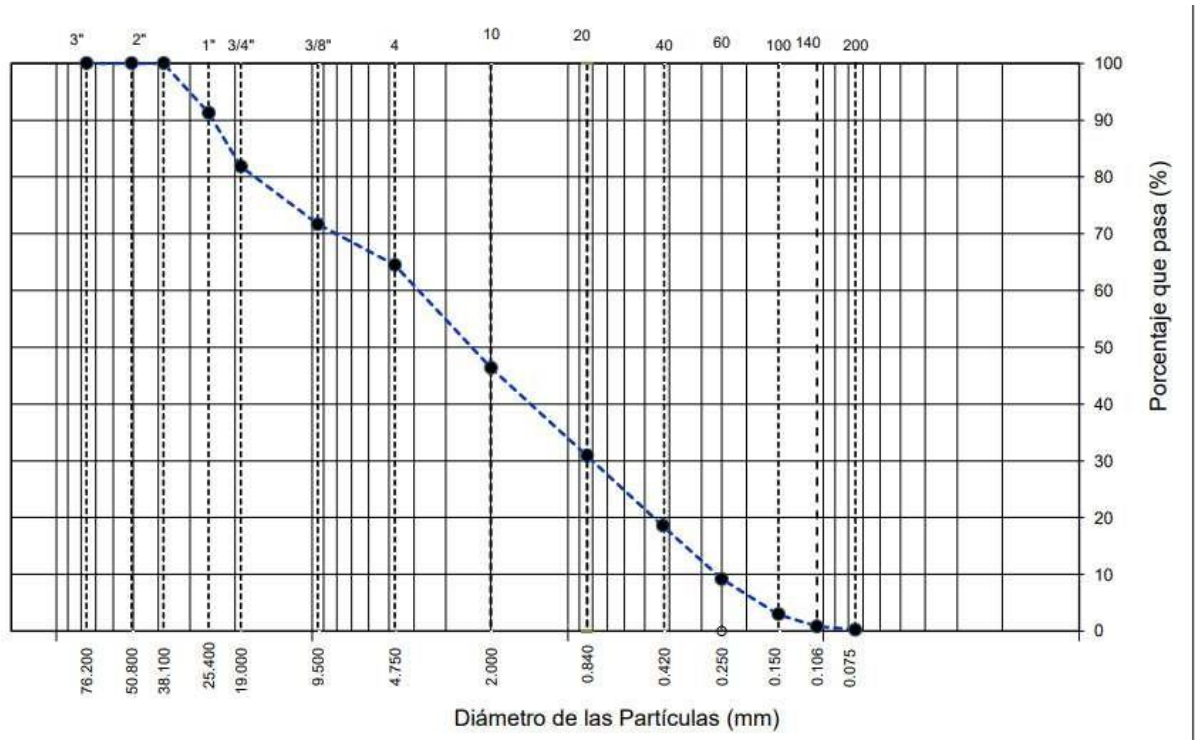
utilizó el Laboratorio de GEOPACIFICO S.A.C. Los ensayos utilizados fueros el ensayo de granulometría y el de corte directo, los cuales se hicieron según la norma ASTM.

Tabla 11. Ensayo granulometría

IDENTIFICACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRIA			LIMITES (%)			CLASIFICACION
		GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L	L.P	L.P	SUCS
C-1 / M-1	0.00 - 1.50	35.5	64.3	0.2	N.P	N.P	N.P	SP
C-2 / M-1	0.00 - 1.50	25.8	72.2	1.9	N.P	N.P	N.P	SP
C-3 / M-1	0.00 - 1.50	35.9	63.8	0.3	N.P	N.P	N.P	SP
C-4 / M-1	0.00 - 1.50	17.1	81.2	1.7	N.P	N.P	N.P	SP
C-5 / M-1	0.00 - 1.50	26.7	70.4	2.9	N.P	N.P	N.P	SP
C-6 / M-1	0.00 - 1.50	26.8	71	2.1	N.P	N.P	N.P	SP

Fuente: elaboración propia

Figura 42. Curva de distribución granulométrica



Fuente: Elaboración propia

El procedimiento se realiza para todas las muestras y se hace la clasificación en la tabla SUCS, dependiendo del porcentaje (%) de grava, arena y finos que tenga la muestra.

Se procede a iniciar los ensayos de corte directo y consolidación.

Tabla 12. Tabla ensayo corte directo

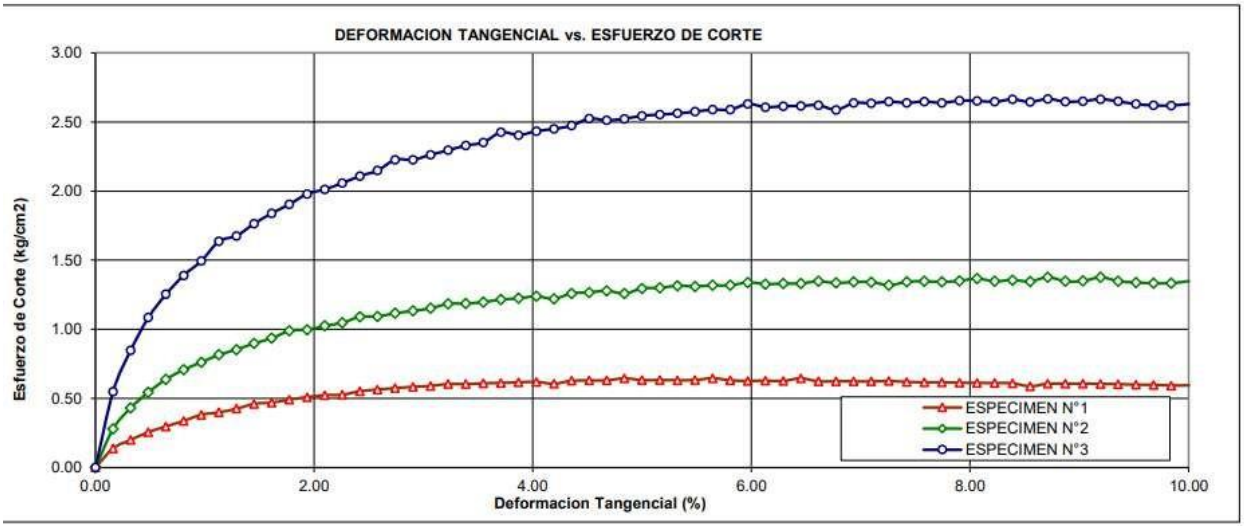
ESPECIMEN 1

Altura Inicial:	20.1	mm
Lado de caja :	62.0	mm
Area Inicial:	30.2	cm^2
Densidad Seca:	1.755	gr/cm^3
Humedad Inic.:	3.4	%
Esf. Normal :	1.00	kg/cm^2
Esf. Corte:	0.65	kg/cm^2

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0.00	0.00	5.16	0.63
0.16	0.14	5.32	0.63
0.32	0.20	5.48	0.63
0.48	0.26	5.65	0.65
0.65	0.30	5.81	0.63
0.81	0.34	5.97	0.63
0.97	0.38	6.13	0.63
1.13	0.40	6.29	0.63
1.29	0.43	6.45	0.65
1.45	0.46	6.61	0.62
1.61	0.47	6.78	0.62
1.77	0.49	6.94	0.62
1.94	0.51	7.10	0.62
2.10	0.52	7.26	0.63
2.26	0.53	7.42	0.62
2.42	0.55	7.58	0.62
2.58	0.56	7.74	0.62
2.74	0.58	7.90	0.61
2.90	0.58	8.07	0.61
3.07	0.59	8.23	0.61
3.23	0.60	8.39	0.61
3.39	0.60	8.55	0.59
3.55	0.61	8.71	0.61
3.71	0.61	8.87	0.61
3.87	0.62	9.03	0.61
4.03	0.62	9.20	0.61
4.19	0.61	9.36	0.60
4.36	0.63	9.52	0.60
4.52	0.63	9.68	0.60
4.68	0.63	9.84	0.59
4.84	0.65	10.00	0.60
5.00	0.63	---	---

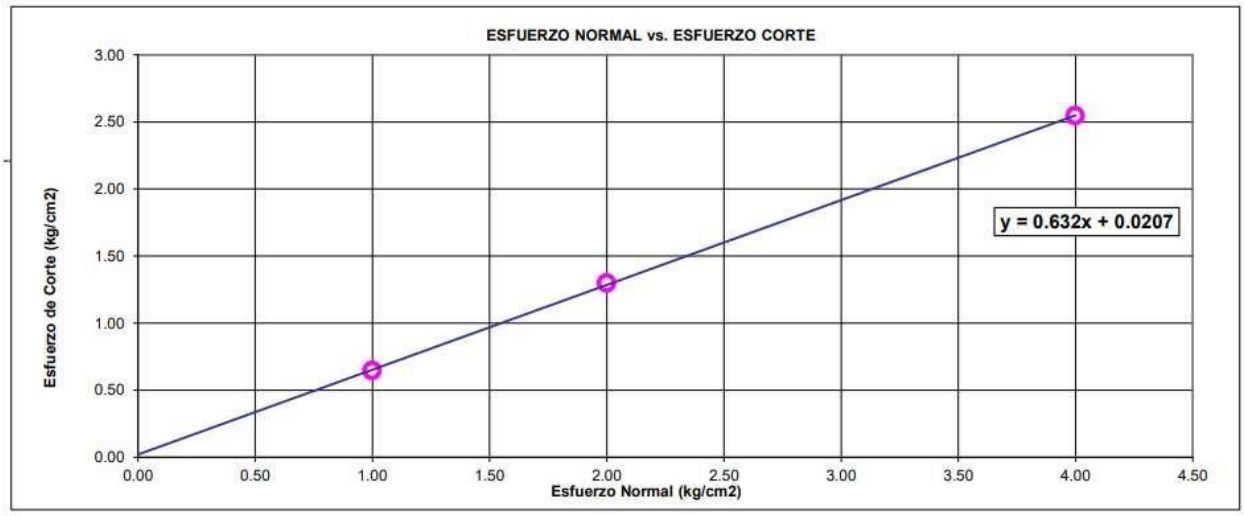
Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Representación deformación tangencial



Fuente: Elaboración propia 2023

Figura 44. Esfuerzo normal vs corte



Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 13. Características del suelo (ensayo corte)

IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (m)	RESULTADOS		
		N 60 SPT	ANGULO	
C-2				

Fuente: Elaboración propia 2023

La ecuación, como resultado del ensayo, se logró determinar un ángulo interno del suelo de 32°, ubicándolo dentro del tipo de material de arena, granos redondos y uniformes.

Tabla 14. Categoría del suelo según ángulo de fricción

Material	Suelto	Denso
Arena. Granos redondos y uniformes	27.5°	34°
Arena. Granosangulares y buen gradada	33°	45°
Cascajo arenoso	35°	50°
Arena limosa	27° - 33°	30° - 34°
Limo inorganico	27° - 30°	30° - 35°
Valores estimados con Presión efectiva <5kg/cm2		

Fuente: MTC 2016

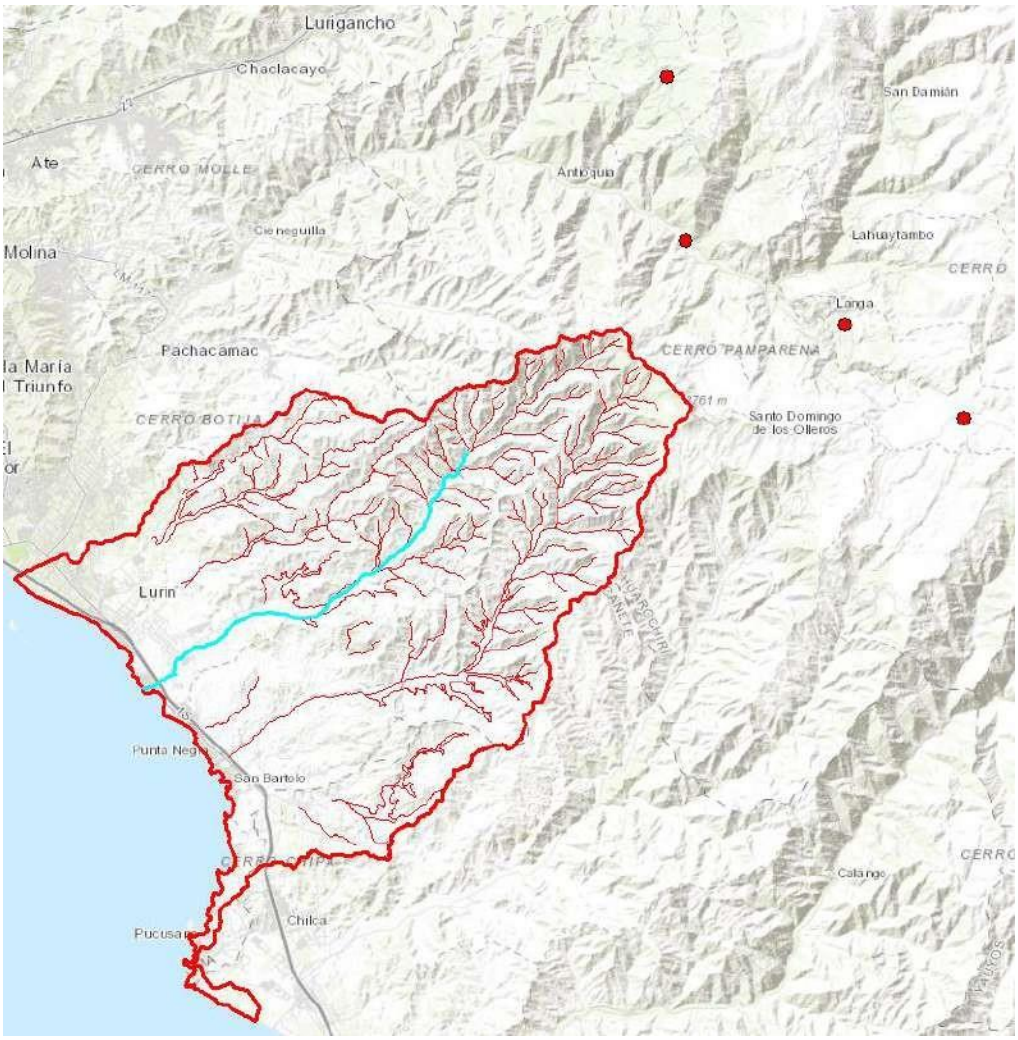
4.2 Proceso datos hidrológicos

4.2.1 Ubicación hidrográfica

Delimitamos la cuenca que comprende la quebrada malanche, en la cual podemos determinar sus datos de área, perímetro, y longitud de la quebrada.

En la siguiente figura se puede visualizar la cuenca y la ubicación de las estaciones (puntos rojos), que servirán para la obtención de los datos pluviométricos.

Figura 45. Cuenca quebrada Malanche



Fuente: Elaboración propia 2023

4.2.2 Recolección de datos pluviométricos

Delimitamos la cuenca hidrográfica y ubicamos las estaciones pluviométricas en el Software ArcGIS, que nos ayudara a modelarla y poder obtener los parámetros

geomorfológicos de la cuenca, en la siguiente tabla se muestran los resultados geomorfológicos de la quebrada malanche.

Tabla 15. Características geomorfológicas de la Quebrada Malanche

Descripción		UND	Nomenclatura	Dato	Características
Area de la cuenca		Km2	At	174.46	Cuenca grande
Perímetro		Km	P	103	
Ubicación	Zona Proyección UTM	UND	Zona	18	Hemisferio Sur
	X	m	Coord. X	308570	
	Y	m	Coord. Y	8640121	
Relación de forma	longitud de cuenca	Km	LB	46.75	Cuenca rectangular
	ancho medio	Km	AM	3.56	
	factor de forma	UND	Kf	0.076	

Fuente: Elaboración propia 2023

Para la recolección de datos pluviométricos nos dirigimos a la base de datos del SENAMHI y a la base de datos del ANA, que llevan un registro de datos de precipitaciones, tomadas por un equipo especial llamado pluviómetro, que registra los datos de precipitaciones cada día del año. Las precipitaciones con máximos valores son registradas en periodos de lluvias, que son entre los meses de diciembre hasta abril. Detallando que en los restos de los meses sus valores de precipitación son menores.

Los registros obtenidos de los datos históricos fueron a 24 horas, encontrando 7 estaciones, pero 3 estaban sin datos registrados de pluviometría, y se optó para este estudio la obtención de datos pluviométricos de 4 estaciones que se encontraban más cercanas a la cuenca donde se encuentra la quebrada Malanche. La ubicación de estas estaciones se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 16. Coordenadas de estaciones pluviométricas

ID	NOMBRE	ESTE(X)	SUR(Y)	ZONA
0	ESTACIÓN LANGA	345361	8659060.49	18L
1	ESTACIÓN ANTIOQUIA	335261.24	8664395.98	18L
2	ESTACIÓN SANTIAGO DE TUNA	334049.32	8674843.24	18L
3	ESTACIÓN SAN LAZARO	352900.99	8653078.24	18L

Fuente: ANA 2023

Verificación de datos dudosos

Para la verificación de los datos pluviométricos de precipitaciones, que son obtenidos de las entidades SENAMHI y ANA, se cuenta con 45 años de histórica a fin de tener una buena calidad y consistencia de los datos que representen la confiabilidad de estos, estos datos van desde el año 1970 hasta el año 2018.

Para la verificación de los datos, se realizaron los ajustes de bondad (pruebas de datos dudosos) a las 4 estaciones de las que se obtuvieron los datos pluviométricos por el método Distribución Gumbel (outlier).

Para determinar la existencia de los datos dudosos utilizamos la formula:

Para determinar los datos dudosos altos:

$$x_H = \bar{X} + k_N \cdot S$$

Donde

XH: Alto umbral de unidades de registro

X: Logaritmo medio de los picos

S: Desviación estándar de X's

Kn: valor de K dependiendo del tamaño de muestra (tabla)

Para determinar los datos dudosos bajos:

$$x_L = \bar{X} - k_N \cdot S$$

Se eliminan estos datos dudosos y se verifica nuevamente la existencia de otros datos, hasta no tener ninguna varianza considerable en los datos.

En la siguiente tabla podemos ver los datos que se usaran para el estudio, estos datos son posteriores a la eliminación de los datos dudosos.

Tabla 17. Precipitaciones máximas anuales

Años	ANTIOQUIA	LANGA	SAN LAZARO ESCOMARCA	SANTIAGO DE TUNA
1963	0	0	9.2	0
1964	0	0	26.5	0
1965	32.90	0	26	26.7
1966	13.00	0	37.5	42
1967	21.30	0	41	78.1
1968	1.00	0	17.1	13.5
1969	32.00	0	25	25.1
1970	32.90	0	61.8	89.9
1971	5.50	0	21.4	36.2
1972	14.50	0	49.1	37
1973	37.00	0	31.2	49.7
1974	12.00	0	18.2	27.7
1975	18.30	0	17.3	24
1976	29.00	0	20	20.5
1977	21.00	0	21	42.1
1978	2.50	0	33.3	25.3
1979	50.60	0	27.9	31.1
1980	5.00	18.2	34.4	20.6
1981	28.50	42.5	32.1	46.5
1982	7.70	20	22.5	35.8
1983	17.50	7.3	30	46.3
1984	10.00	9.2	22	38.6
1985	1.00	18.2	19.8	18.6
1986	7.30	12.2	15.5	30.7
1987	5.10	13.2	20.9	22
1988	21.80	15	30	28.2
1989	8.30	13.2	12.2	33.5
1990	9.30	8.9	15	36.8
1991	8.30	6.3	10.1	33.2
1992	3.30	4.2	10	5.8
1993	7.40	26.8	12.6	38.7
1994	21.80	29.9	21	14.9
1995	13.20	23.9	15	12.2
1996	7.90	13.2	26	15.7
1997	11.60	31.3	43	15.1
1998	9.80	23.5	12	30.2
1999	17.50	31.4	16.5	19.6
2000	12.60	14.8	11.8	17.9
2001	11.30	29.5	34.6	13.5
2002	16.00	20.6	25.5	15.4
2003	5.60	22.4	25.2	14
2004	11.50	18.3	27.5	11.7
2005	1.20	11.5	34.9	14.3
2006	14.80	27.4	74	15.1
2007	7.20	18.3	22	10.5
2008	13.40	26.1	21.5	30.8
2009	16.50	34.4	21.5	38
2010	5.80	46.9	32.3	11.1
2011	4.00	18.1	13.2	13.8
2012	5.50	19.2	27.8	31
2013	17.50	20.1	30.4	35.6
2014	10.20	15.6	43.8	23.7
2015	9.20	19.7	35.8	37
2016	3.90	11	24.2	24
2017	9.60	26.9	32.4	42.8
2018	8.80	12.3	34.7	24.2

Fuente: elaboración propia

4.2.3 Proceso estadístico para las precipitaciones máximas

Con los datos de precipitación máxima debidamente distribuida por cada estación y corregida, excluyendo los datos dudosos, se determina las precipitaciones máximas probables para cada intervalo de tiempo en los Tr de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años.

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante GUMBEL

Obtenidos los valores de precipitaciones máximas de cada año de la estación, procederemos a hacer la suma de las precipitaciones (xi), como se ve en la tabla “”, para hacer los cálculos de las variables probabilísticas. Calcularemos las variables probabilísticas con las siguientes formulas:

Donde se calcula la media aritmética, donde se suma todos los datos de precipitaciones de cada año y los dividimos entre el número de muestras (n) o datos que tengamos.

Donde:

Ẋ: Media aritmética

n: cantidad de datos

xi: datos de precipitación

$$x = \frac{\sum x_i}{n} =$$

De igual manera calculamos la desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}} =$$

Figura 46. Precipitaciones Anuales (Antioquia)

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			xi	*(xi - x)^2*
1	1965	(ENE)	32.90	419.04
2	1966	(MAR)	13.00	0.33
3	1967	(FEB)	21.30	78.68
4	1968	(FEB)	1.00	130.64
5	1969	(FEB)	32.00	383.00
6	1970	(ENE)	32.90	419.04
7	1971	(FEB)	5.50	48.02
8	1972	(MAR)	14.50	4.29
9	1973	(ENE)	37.00	603.70
10	1974	(MAR)	12.00	0.18
11	1975	(FEB)	18.30	34.46
12	1976	(FEB)	29.00	274.58
13	1977	(FEB)	21.00	73.45
14	1978	(ENE)	2.50	98.60
15	1979	(MAR)	50.60	1456.98
16	1980	(MAR)	5.00	55.20
17	1981	(MAR)	28.50	258.26
18	1982	(FEB)	7.70	22.37
19	1983	(MAR)	17.50	25.71
20	1984	(FEB)	10.00	5.90
21	1985	(NOV)	1.00	130.64
22	1986	(DIC)	7.30	26.31
23	1987	(DIC)	5.10	53.72
24	1988	(DIC)	21.80	87.80
25	1989	(FEB)	8.30	17.05
26	1990	(DIC)	9.30	9.79
27	1991	(MAR)	8.30	17.05
28	1992	(FEB)	3.30	83.35
29	1993	(MAR)	7.40	25.30
30	1994	(ENE)	21.80	87.80
31	1995	(MAR)	13.20	0.59
32	1996	(FEB)	7.90	20.52
33	1997	(DIC)	11.60	0.69
34	1998	(MAR)	9.80	6.91
35	1999	(FEB)	17.50	25.71
36	2000	(FEB)	12.60	0.03
37	2001	(ENE)	11.30	1.28
38	2002	(FEB)	16.00	12.75
39	2003	(DIC)	5.60	46.64
40	2004	(FEB)	11.50	0.86
41	2005	(FEB)	1.20	126.10
42	2006	(ENE)	14.80	5.62
43	2007	(FEB)	7.20	27.35
44	2008	(MAR)	13.40	0.94
45	2009	(FEB)	16.50	16.57
46	2010	(ENE)	5.80	43.95
47	2011	(DIC)	4.00	71.06
48	2012	(FEB)	5.50	48.02
49	2013	(FEB)	17.50	25.71
50	2014	(MAR)	10.20	4.97
51	2015	(MAR)	9.20	10.43
52	2016	(FEB)	3.90	72.75
53	2017	(MAR)	9.60	8.01
54	2018	(ABR)	8.80	13.17
54		***Suma***	**671.2**	**5386.8**

Fuente: Elaboración propia 2023

En el proceso de obtener los valores para las variables “α” y “u” utilizaremos el resultado obtenido de media aritmética(x) y desviación estándar(s).

los valores para α: $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$

los valores para u: $u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$

se harán los cálculos de las variables para cada una de las estaciones con sus respectivos datos de precipitaciones máximas, ya que los datos de estas variables nos ayudarán a hacer los cálculos de precipitaciones máximas probables para distintas frecuencias (Pd).

Se obtendrán datos de la variable reducida, precipitación que depende del tiempo y su variación estándar, la probabilidad de ocurrencia y la corrección de la precipitación con un intervalo fijo. Como se expresa en la siguiente tabla

Donde: $YT = -ln\left(ln\left(\frac{tr}{tr-1}\right)\right)$

YT: variable reducida

Ln: logaritmo natural

Tr: periodo de retorno

Para la precipitación XT’ que esta expresado en (mm), sumaremos “u” por el producto de” α “con la variable reducida “YT” obtenida de la ecuación anterior.

$$XT' = u + (\alpha * YT)$$

Donde XT: precipitación

YT: variable reducida

Calcularemos la probabilidad de ocurrencia que está representada por la siguiente formula:

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Donde:

F(x) = probabilidad de ocurrencia

e: número Euler

x: precipitación

De esa manera se obtendrán los datos para la corrección del intervalo fijo en cada Tr que estaría representado por XT * 1.13 como se puede ver en la tabla.

Tabla 18. Pd para distintas frecuencias

Periodo Retorno	*Variable Reducida*	*Precip. (mm)*	*Prob. de ocurrencia*	*Corrección intervalo fijo*
Años	*YT*	*XT'(mm)*	*F(xT)*	*XT (mm)*
2	0.3665	10.7735	0.5000	12.1741
5	1.4999	19.6829	0.8000	22.2417
10	2.2504	25.5817	0.9000	28.9073
25	3.1985	33.0348	0.9600	37.3294
50	3.9019	38.5640	0.9800	43.5773
100	4.6001	44.0524	0.9900	49.7792
500	6.2136	56.7351	0.9980	64.1106

Fuente: Elaboración propia 2023

Los datos pluviométricos obtenidos los multiplicaremos por un factor de ajusto según el número de observaciones que tengan estos, Organización Mundial de Meteorología (OMM).

Tabla 19. Factor de ajuste

Numero de observaciones del dia	1	2	3 a 4	5 a 8	9 a 24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1

Fuente: elaboración propia

Esto procedimiento debe realizarse para todas las estaciones y así obtener los datos de Pd probable para distintas frecuencias de tiempo.

Teniendo los factores de duración en horas, se estableció una tormenta de 24 horas obteniendo los datos de la tabla 18. Multiplicando nuestros datos de Pd por el factor de la tabla así obteniendo los siguientes datos de precipitación máxima Pd.

Tabla 20. Pd por tiempos de duración para la estación de Antioquia

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	12.1741	22.2417	28.9073	37.3294	43.5773	49.7792	64.1106
18 hr	X18 = 91%	11.0784	20.2399	26.3057	33.9697	39.6554	45.2990	58.3407
12 hr	X12 = 80%	9.7392	17.7933	23.1259	29.8635	34.8619	39.8233	51.2885
8 hr	X8 = 68%	8.2784	15.1243	19.6570	25.3840	29.6326	33.8498	43.5952
6 hr	X6 = 61%	7.4262	13.5674	17.6335	22.7709	26.5822	30.3653	39.1075
5 hr	X5 = 57%	6.9392	12.6778	16.4772	21.2777	24.8391	28.3741	36.5431
4 hr	X4 = 52%	6.3305	11.5657	15.0318	19.4113	22.6602	25.8852	33.3375
3 hr	X3 = 46%	5.6001	10.2312	13.2974	17.1715	20.0456	22.8984	29.4909
2 hr	X2 = 39%	4.7479	8.6743	11.2739	14.5585	16.9952	19.4139	25.0031
1 hr	X1 = 30%	3.6522	6.6725	8.6722	11.1988	13.0732	14.9337	19.2332

Fuente: Elaboración propia 2023

Cabe resaltar que este proceso pertenece a la estación de Antioquia, se presentan en la parte de Anexo los datos para las estaciones de Santiago de Tuna, Escomarca y Langa que están en el orden mencionado.

Distribución de las precipitaciones máximas en la cuenca

Obtenidos todos los datos (Pd) de todas las estaciones. Se procede a realizar la distribución Pd mediante el método de Thiessen. Esto se realizó mediante los softwares de ArcGIS y Excel.

Tabla 21. Pd para distintas frecuencias de Antioquia

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	ANTIOQUIA
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	12.1741	22.2417	28.9073	37.3294	43.5773	49.7792	64.1106
18 hr	11.0784	20.2399	26.3057	33.9697	39.6554	45.2990	58.3407
12 hr	9.7392	17.7933	23.1259	29.8635	34.8619	39.8233	51.2885
8 hr	8.2784	15.1243	19.6570	25.3840	29.6326	33.8498	43.5952
6 hr	7.4262	13.5674	17.6335	22.7709	26.5822	30.3653	39.1075
5 hr	6.9392	12.6778	16.4772	21.2777	24.8391	28.3741	36.5431
4 hr	6.3305	11.5657	15.0318	19.4113	22.6602	25.8852	33.3375
3 hr	5.6001	10.2312	13.2974	17.1715	20.0456	22.8984	29.4909
2 hr	4.7479	8.6743	11.2739	14.5585	16.9952	19.4139	25.0031
1 hr	3.6522	6.6725	8.6722	11.1988	13.0732	14.9337	19.2332

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 22. Pd para distintas frecuencias de Langa

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	LANGA
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	20.8770	30.3798	36.6715	44.6211	50.5185	56.3724	69.8998
18 hr	18.9981	27.6456	33.3711	40.6052	45.9718	51.2989	63.6089
12 hr	16.7016	24.3039	29.3372	35.6969	40.4148	45.0979	55.9199
8 hr	14.1964	20.6583	24.9366	30.3423	34.3526	38.3332	47.5319
6 hr	12.7350	18.5317	22.3696	27.2189	30.8163	34.3872	42.6389
5 hr	11.8999	17.3165	20.9028	25.4340	28.7955	32.1323	39.8429
4 hr	10.8561	15.7975	19.0692	23.2030	26.2696	29.3136	36.3479
3 hr	9.6034	13.9747	16.8689	20.5257	23.2385	25.9313	32.1539
2 hr	8.1420	11.8481	14.3019	17.4022	19.7022	21.9852	27.2609
1 hr	6.2631	9.1140	11.0015	13.3863	15.1556	16.9117	20.9700

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 23. Pd para distintas frecuencias de Santiago

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	S.TUNA
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	29.2580	44.8081	55.1036	68.1120	77.7624	87.3415	109.4774
18 hr	26.6248	40.7753	50.1443	61.9819	70.7638	79.4808	99.6245
12 hr	23.4064	35.8465	44.0829	54.4896	62.2099	69.8732	87.5820
8 hr	19.8954	30.4695	37.4704	46.3162	52.8784	59.3922	74.4447
6 hr	17.8474	27.3329	33.6132	41.5483	47.4351	53.2783	66.7812
5 hr	16.6770	25.5406	31.4090	38.8238	44.3246	49.7847	62.4021
4 hr	15.2141	23.3002	28.6539	35.4182	40.4364	45.4176	56.9283
3 hr	13.4587	20.6117	25.3477	31.3315	35.7707	40.1771	50.3596
2 hr	11.4106	17.4751	21.4904	26.5637	30.3273	34.0632	42.6962
1 hr	8.7774	13.4424	16.5311	20.4336	23.3287	26.2025	32.8432

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 24. Pd para distintas frecuencias Escomarca

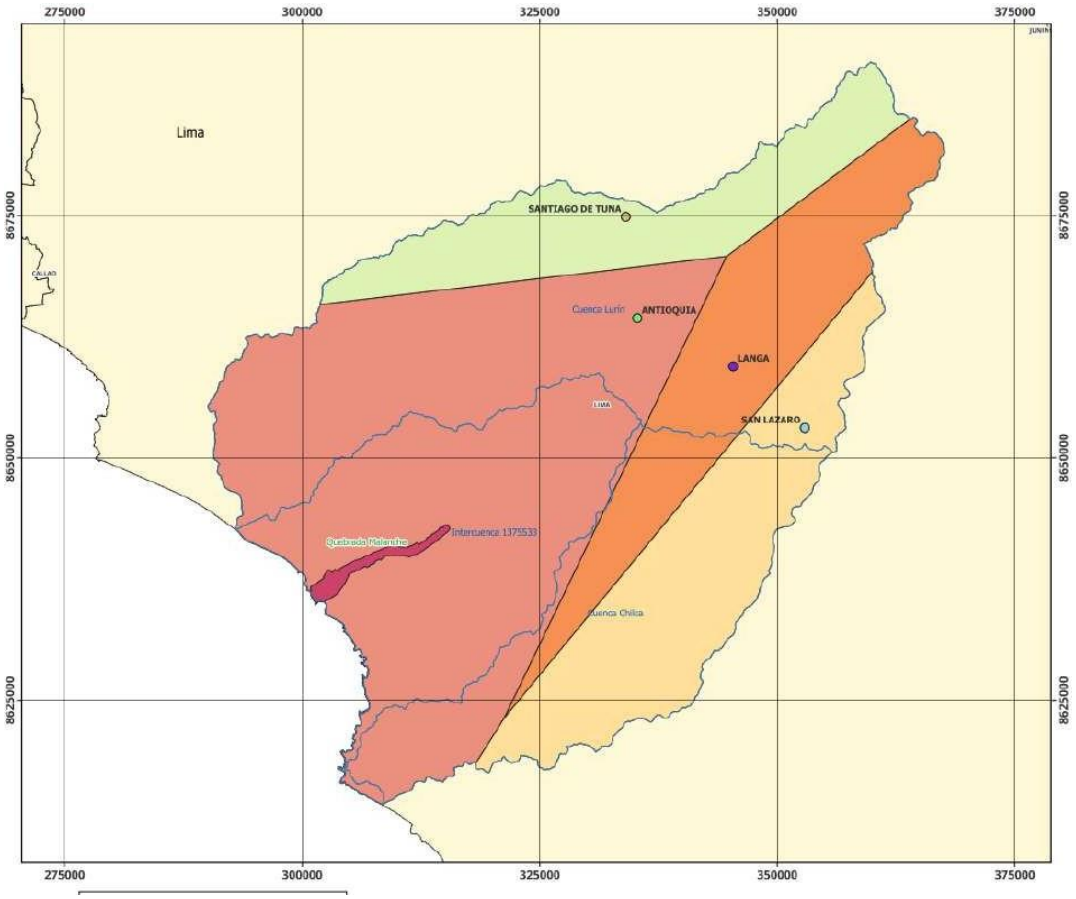
Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma						Estación	SAN LAZARO
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	27.5177	39.8375	47.9943	58.3004	65.9461	73.5353	91.0727
18 hr	25.0411	36.2521	43.6748	53.0534	60.0109	66.9171	82.8762
12 hr	22.0142	31.8700	38.3954	46.6403	52.7568	58.8282	72.8582
8 hr	18.7121	27.0895	32.6361	39.6443	44.8433	50.0040	61.9295
6 hr	16.7858	24.3009	29.2765	35.5632	40.2271	44.8565	55.5544
5 hr	15.6851	22.7074	27.3567	33.2312	37.5893	41.9151	51.9115
4 hr	14.3092	20.7155	24.9570	30.3162	34.2919	38.2383	47.3578
3 hr	12.6582	18.3253	22.0774	26.8182	30.3352	33.8262	41.8935
2 hr	10.7319	15.5366	18.7178	22.7372	25.7190	28.6788	35.5184
1 hr	8.2553	11.9513	14.3983	17.4901	19.7838	22.0606	27.3218

Fuente: Elaboración propia 2023

Con la ayuda del software ArcGIS, delimitamos la cuenca, ubicamos las estaciones pluviométricas y procedemos a hacer la distribución mediante los polígonos

de Thiessen que usan las áreas que ocupan como dato para esta distribución, obteniendo áreas promedio que se ubican en la cuenca, como se puede ver en la siguiente tabla"" que se detallan el área de cada estación en km2.

Figura 47. Delimitación de áreas método Thiessen



Fuente: Elaborado en ArcGIS 2023

Tabla 25. Distribución de área por estaciones

DISTRIBUCIÓN DE ÁREA POR ESTACIONES				Área Total cuenca (km^2)
ANTIOQUIA	S.TUNA	LANGA	SAN LAZARO	
116	32	38	0	186

Fuente: Elaboración propia 2023

Obtenidos los datos Pd, se realiza la distribución de estos datos utilizando la fórmula de los polígonos de Thiessen, este paso se debe realizar para cada uno de los Tr de estudio.

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Pi \cdot Ai}{\sum Ai}$$

Tabla 26. Pd distribuido método Thiessen

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma Distribuida por polígonos de Thiessen							
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	18.7177	29.8086	37.1518	46.4300	53.3130	60.1452	75.9335
18 hr	17.0331	27.1259	33.8082	42.2513	48.5148	54.7322	69.0995
12 hr	14.9741	23.8469	29.7215	37.1440	42.6504	48.1162	60.7468
8 hr	12.7280	20.2699	25.2632	31.5724	36.2528	40.8988	51.6348
6 hr	11.4178	18.1833	22.6626	28.3223	32.5209	36.6886	46.3194
5 hr	10.6691	16.9909	21.1765	26.4651	30.3884	34.2828	43.2821
4 hr	9.7332	15.5005	19.3189	24.1436	27.7228	31.2755	39.4854
3 hr	8.6101	13.7120	17.0898	21.3578	24.5240	27.6668	34.9294
2 hr	7.2999	11.6254	14.4892	18.1077	20.7921	23.4566	29.6141
1 hr	5.6153	8.9426	11.1455	13.9290	15.9939	18.0436	22.7800

Fuente: Elaboración propia 2023

Utilizaremos la fórmula de intensidad, para poder hallar la intensidad de que tienen las precipitaciones según su duración y frecuencia, estos datos los procesaremos con la siguiente formula siendo P, los datos hallados por el método de Thiessen.

Donde

$$I = \frac{P\ [mm]}{t_{duración}\ [hr]}$$

I: intensidad

P: precipitación

t: tiempo de la precipitación

Tabla 27. Intensidad máxima diaria Thiessen

Precipitación Máxima Diaria por Duración de lluvia y Frecuencia de la misma Distribuida por polígonos de Thiessen							
Tiempo de Duración	Precipitación máxima Pd (mm)						
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	16.8913	27.7867	35.0004	44.1150	50.8767	57.5885	73.0984
18 hr	15.3710	25.2859	31.8504	40.1447	46.2978	52.4055	66.5196
12 hr	13.5130	22.2294	28.0004	35.2920	40.7014	46.0708	58.4787
8 hr	11.4861	18.8950	23.8003	29.9982	34.5962	39.1602	49.7069
6 hr	10.3037	16.9499	21.3503	26.9102	31.0348	35.1290	44.5900
5 hr	9.6280	15.8384	19.9503	25.1456	28.9997	32.8255	41.6661
4 hr	8.7835	14.4491	18.2002	22.9398	26.4559	29.9460	38.0112
3 hr	7.7700	12.7819	16.1002	20.2929	23.4033	26.4907	33.6253
2 hr	6.5876	10.8368	13.6502	17.2049	19.8419	22.4595	28.5084
1 hr	5.0674	8.3360	10.5001	13.2345	15.2630	17.2766	21.9295

Fuente: Elaboración propia 2023

Como siguiente paso establecemos los parámetros con las fórmulas que utilizan las curvas IDF para todos los Tr trabajados en este estudio, se representan en la siguiente tabla:

X: es el tiempo en minutos

Y: corresponde al valor de intensidad de lluvia

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.5061	7.2724	0.9187	6.6812	52.8878
2	1080	3.0407	6.9847	1.1121	7.7676	48.7863
3	720	4.0097	6.5793	1.3887	9.1367	43.2865
4	480	5.1123	6.1738	1.6317	10.0735	38.1156
5	360	6.1148	5.8861	1.8107	10.6580	34.6462
6	300	6.8566	5.7038	1.9252	10.9810	32.5331
7	240	7.8189	5.4806	2.0565	11.2712	30.0374
8	180	9.2223	5.1930	2.2216	11.5368	26.9668
9	120	11.7283	4.7875	2.4620	11.7868	22.9201
10	60	18.0436	4.0943	2.8928	11.8441	16.7637
10	4980	74.4531	58.1555	18.4200	101.7368	346.9435
Ln (d) =	5.4266	d =	227.3806	n =	-0.6164	

Como siguiente paso hacemos la regresión potencial de las constantes “d” y “n” obtenidas en las tablas anteriores:

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	70.7626	0.6931	4.2593	2.9523	0.4805
2	5	112.6923	1.6094	4.7247	7.6040	2.5903
3	10	140.4534	2.3026	4.9449	11.3860	5.3019
4	25	175.5296	3.2189	5.1678	16.6345	10.3612
5	50	201.5512	3.9120	5.3060	20.7574	15.3039
6	100	227.3806	4.6052	5.4266	24.9905	21.2076
7	500	287.0684	6.2146	5.6597	35.1729	38.6214
7	692	1215.4381	22.5558	35.4891	119.4978	93.8667
Ln (K) =	4.2877	K =	72.7985	m =	0.2427	

Termino constante de regresión (K) =	72.7985
Coef. de regresión (m) =	0.242740

Para obtener las constantes que nos ayudaran a determinar las curvas IDF, utilizaremos la siguiente formula:

Donde:

I: intensidad de precipitación(mm/hr)

T: periodo de retorno(años)

t: tiempo de duración de la precipitación(min)

$$I = \frac{K \cdot T^{m}}{t^{n}}$$

Tabla 28. Intensidad - Tiempo

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	31.94	20.84	16.23	13.59	11.84	10.59	9.63	8.87	8.24	7.73	7.29	6.91
5	39.90	26.03	20.27	16.98	14.80	13.22	12.02	11.07	10.30	9.65	9.10	8.63
10	47.21	30.79	23.98	20.09	17.51	15.65	14.23	13.10	12.19	11.42	10.77	10.21
25	58.97	38.47	29.96	25.09	21.87	19.54	17.77	16.37	15.22	14.26	13.45	12.75
50	69.77	45.51	35.45	29.69	25.87	23.12	21.03	19.37	18.01	16.88	15.91	15.08
100	82.56	53.85	41.94	35.13	30.61	27.36	24.88	22.91	21.31	19.97	18.83	17.85
500	122.02	79.59	61.99	51.92	45.25	40.44	36.77	33.87	31.50	29.52	27.83	26.38

Fuente: Elaboración propia 2023

Figura 48. Curvas IDF de la quebrada

Fuente: Elaboración propia 2023

En la siguiente tabla representaremos un resumen de los datos de regresión potencial obtenidos para cada Tr.

Tabla 29. Datos regresión potencial para cada Tr

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	**Término ctte. de regresión (d)**	**Coef. de regresión [n]**
2	70.76261477783	-0.61638608809
5	112.69230362507	-0.61638608809
10	140.45340606455	-0.61638608809
25	175.52963259009	-0.61638608809
50	201.55118118261	-0.61638608809
100	227.38059074495	-0.61638608809
500	287.06841318302	-0.61638608809
Promedio =	173.63402030973	-0.61638608809

Fuente: Elaboración propia 2023

Obteniendo de la formula los siguientes datos:

K = 72.7985

m = 0.242740

n = 0.61639 (el promedio de “n” multiplicamos por -1)

para el siguiente hietograma tener en cuenta que la duración esta expresada cada 5 minutos, para una duración de 3 horas

Tc formula (california)

Utilizaremos la fórmula de california para determinar el tiempo de concentración que tendrá la cuenca en estudio.

donde:

Tc: tiempo de concentración

$$Tc = 0.066 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

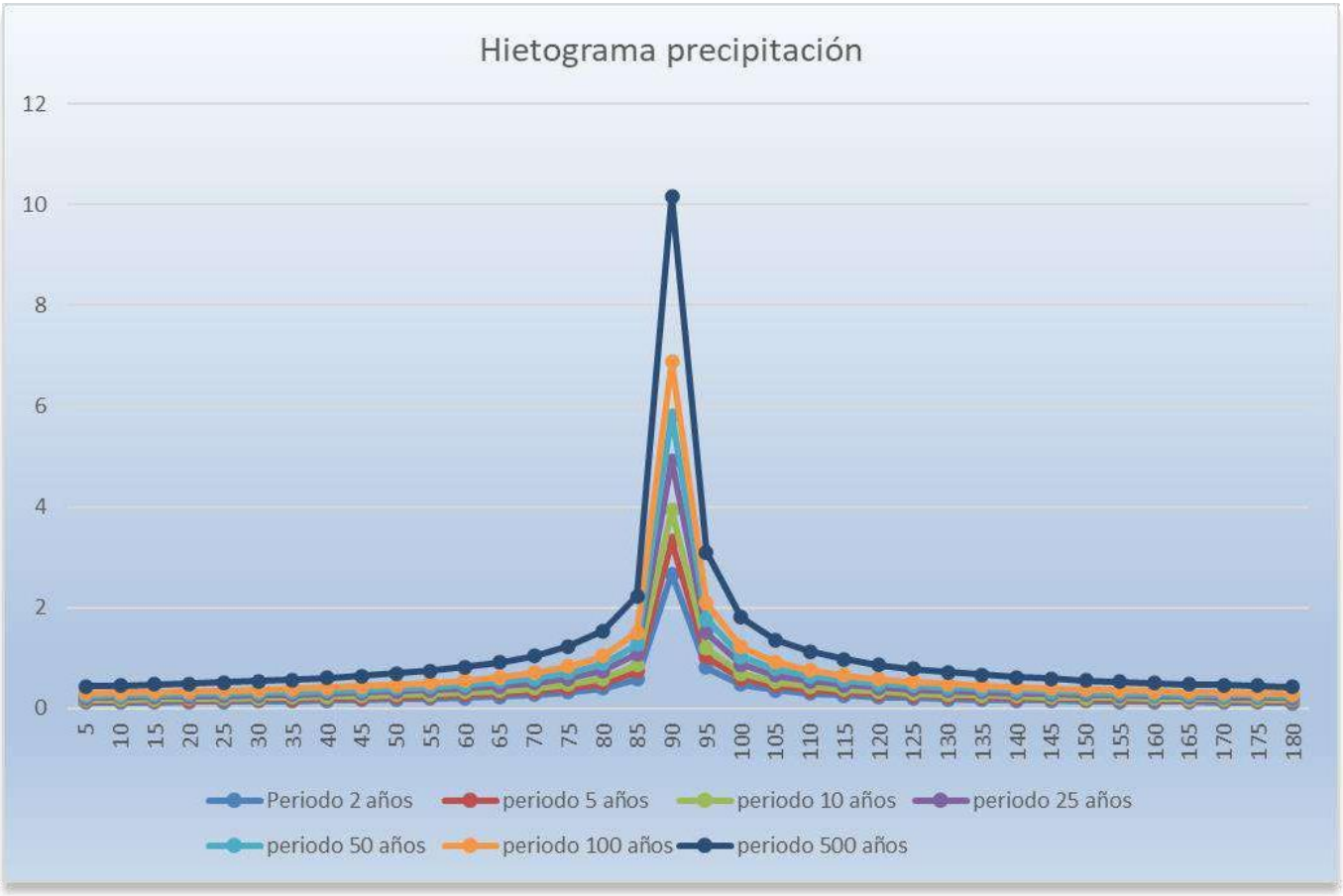
L: longitud del cauce

S: pendiente

4.2.4 Hietogramas de precipitación

Con los datos obtenidos de las curvas IDF, determinamos los hietogramas para los Tr de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años

Figura 49. Hietograma de precipitación



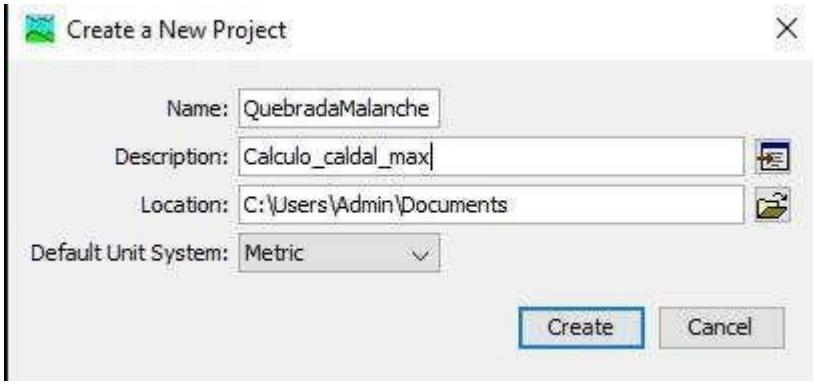
Fuente: Elaboración propia 2023

Modelamiento hidráulico HEC–HMS

Con la ayuda del software HEC-HMS nos ayuda para hacer la modelación del proceso hidrológico que se presenta en la cuenca de la quebrada malanche, desde los datos de las precipitaciones de los Tr (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años), obtenidos previamente.

Como primer paso creamos un nuevo proyecto donde ponemos los datos de nombre, descripción, carpeta donde guardaremos el proyecto.

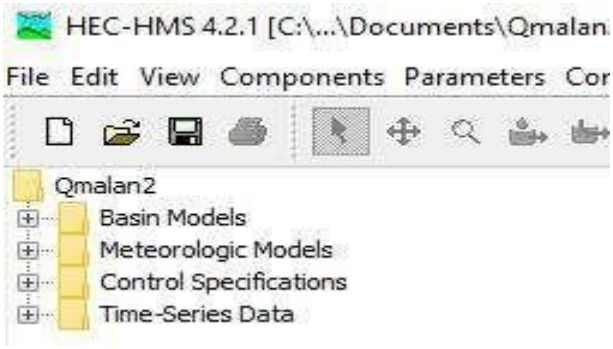
Figura 50. Crear nuevo proyecto HEC-HMS



Fuente: Elaboración propia 2023

Para el desarrollo de este modelamiento se va a hacer el uso los siguientes componentes, el Basin Model, Meteorologic Model y Control Specifications.

Figura 51. Modelo hidrológico (componentes)



Fuente: Elaboración propia 2023

En el componente Basin Models definiremos las características de la subcuenca, donde importaremos una imagen que nos ayudara a ubicarnos en las diferentes cotas para la simulación, la hemos obtenido del software ArcGIS, en formato Shapefile. Donde crearemos un subbasin y un sink (aforo)

Figura 52. Tools HEC-HMS

Fuente: Elaboración propia 2023

En el tool subbasin creado, definimos los detalles de geomorfología de la cuenca, como Area, el método de perdida (loss method) y el método de transform.

Utilizaremos el método de Curva Numero para el desarrollo de las condiciones de perdida (los method).

Curva Numero (CN)

La curva número es un parámetro empírico estimado, definido según las condiciones del suelo de estudio, también intervienen otros factores la vegetación que se pueda encontrar en la zona, condiciones húmedas en las que se encuentre el suelo. Este modelo ha sido procesado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS)

Este método este derivado de una serie de curvas, indicando que los valores varían de 1 a 100. Estos valores indican que cantidad de lluvia escurre y que cantidad de lluvia se infiltra en el terreno, representando el coeficiente de escorrentía, donde CN = 100, indicaría que toda la precipitación de la cuenca se escurre, mientras que un numero de curva CN = 1, indicaría que toda la precipitación se la cuenca se infiltra.

En este estudio el dato de curva número se tomó realizando la inspección del suelo que se encuentra en la zona, El SENAMHI desarrollo una tabla donde ubica a los diferentes conjuntos de suelo estimándolos con un parámetro en base a su porcentaje de arena, limo y arcilla que contenga el suelo de estudio. Se puede visualizar los parámetros en la siguiente tabla para poder identificar la CN.

Tabla 30. Datos CN según el tipo de suelo

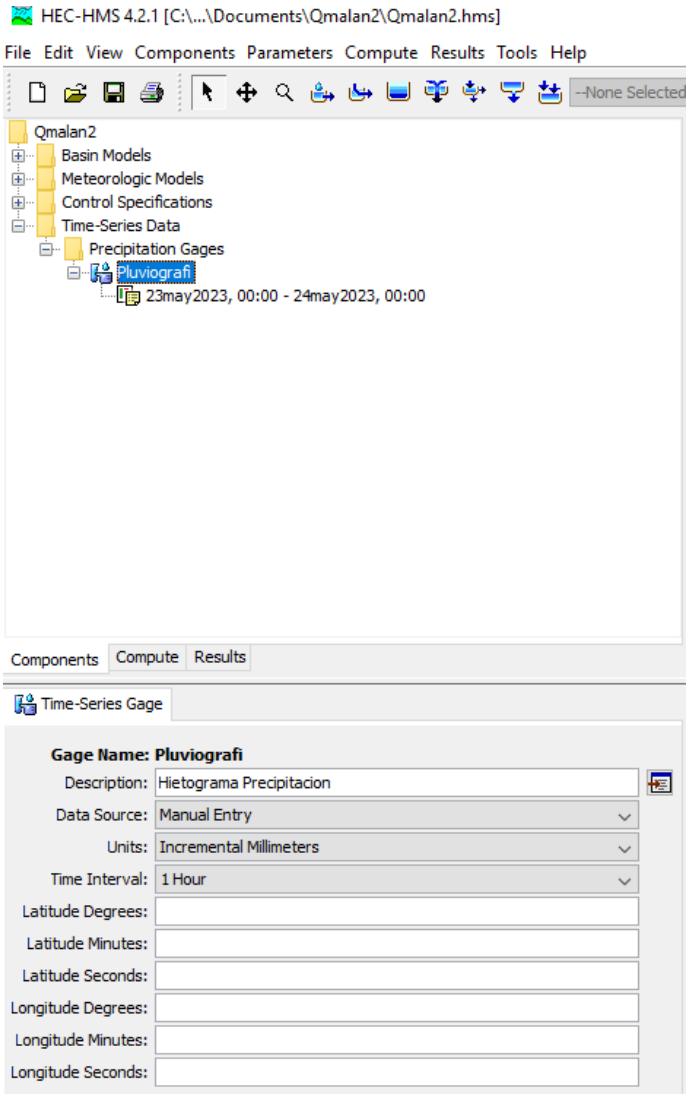
DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra cultivada[1]: sin tratamientos de conservación		72	81	88	91
con tratamiento de conservación		62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres		68	79	86	89
condiciones óptimas		39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,		45	66	77	83
cubierta buena[2]		25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más		39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos Industriales /72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial[3]:					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable[4]				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.[5]		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados[5]		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje MTC (2008)

Determinamos el dato de CN, ubicando nuestra zona de estudio en el grupo B.

Siguiendo con el modelamiento, en el componente series data creamos el tool pluviógrafo, en el cual ingresamos el intervalo de tiempo para el diseño de precipitaciones anteriormente calculada.

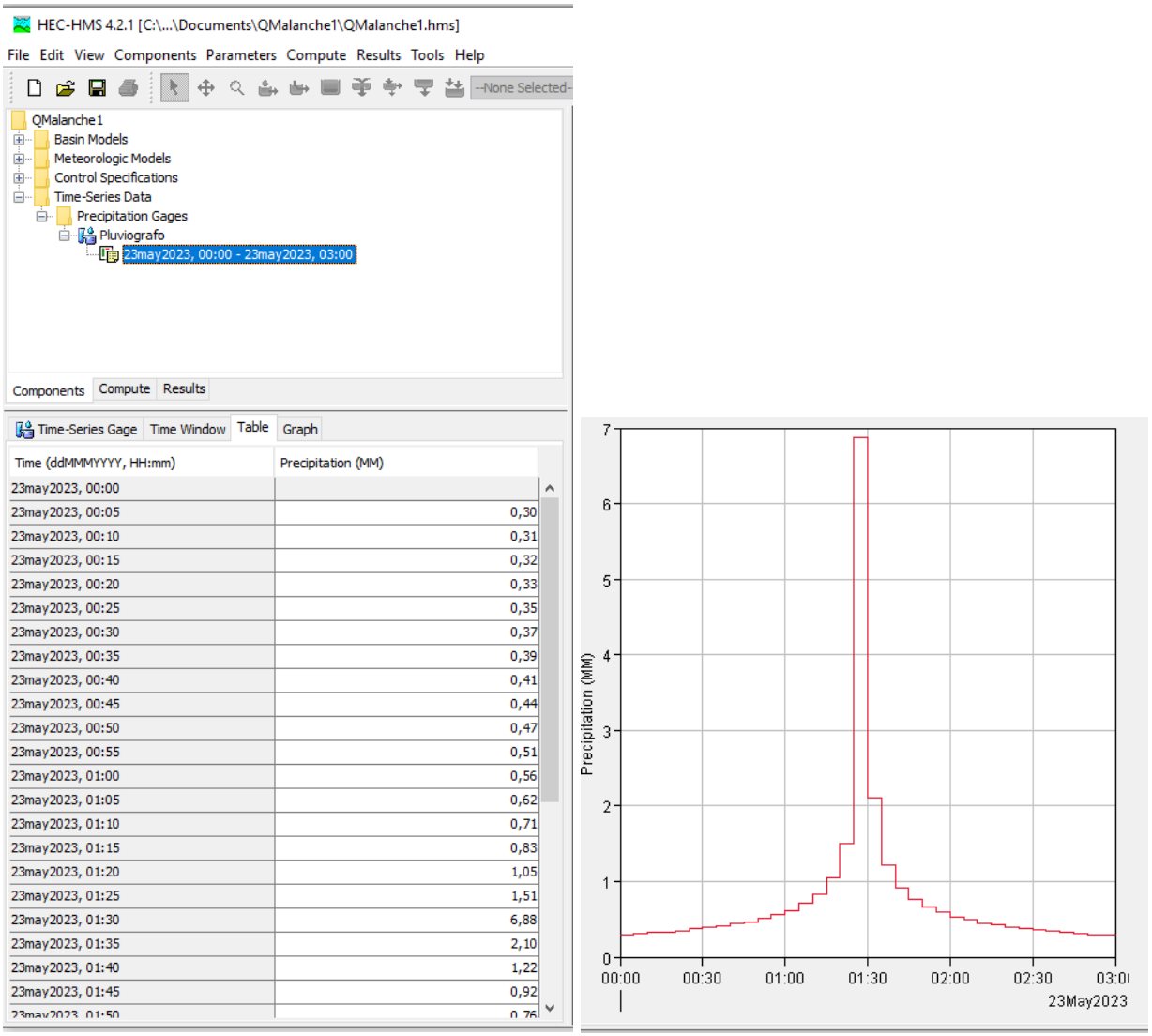
Figura 53. Tools del componente Precipitation gages



Fuente: Elaboración propia 2023

Ingresamos los datos de precipitación que hemos calculado para el hietograma, con el intervalo de tiempo requerido, en este caso con intervalo de 5min.

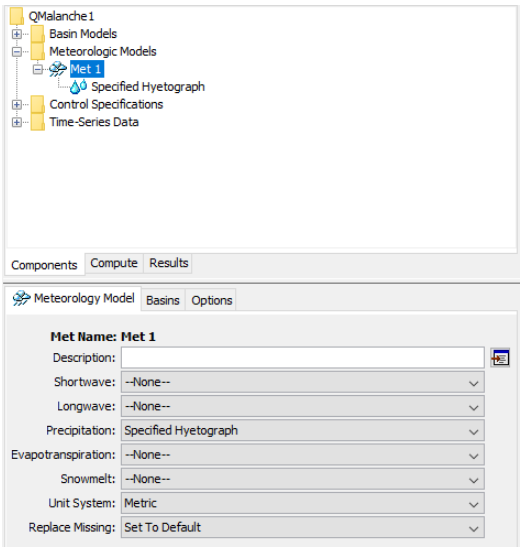
Figura 54. Datos Pd ingresados HEC-HMS



Fuente: Elaboracion Propia 2023

En meteorologic Model, ingresamos los datos en los que se va basar para la simulacion, en este caso especificamos que sea de los hietogramas y el pluviografo.

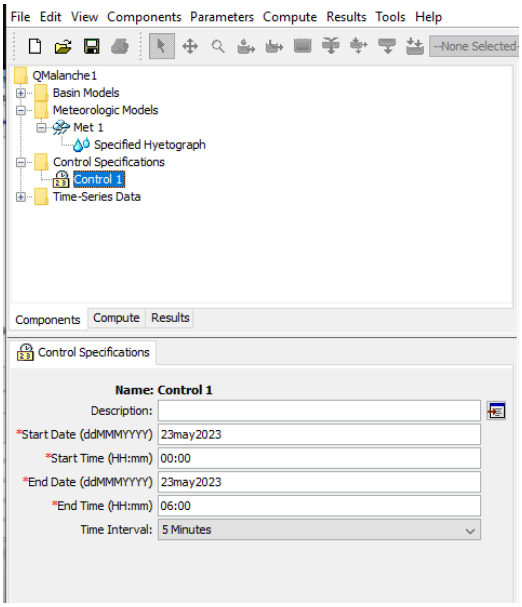
Figura 55. Componente Meteorologic Model



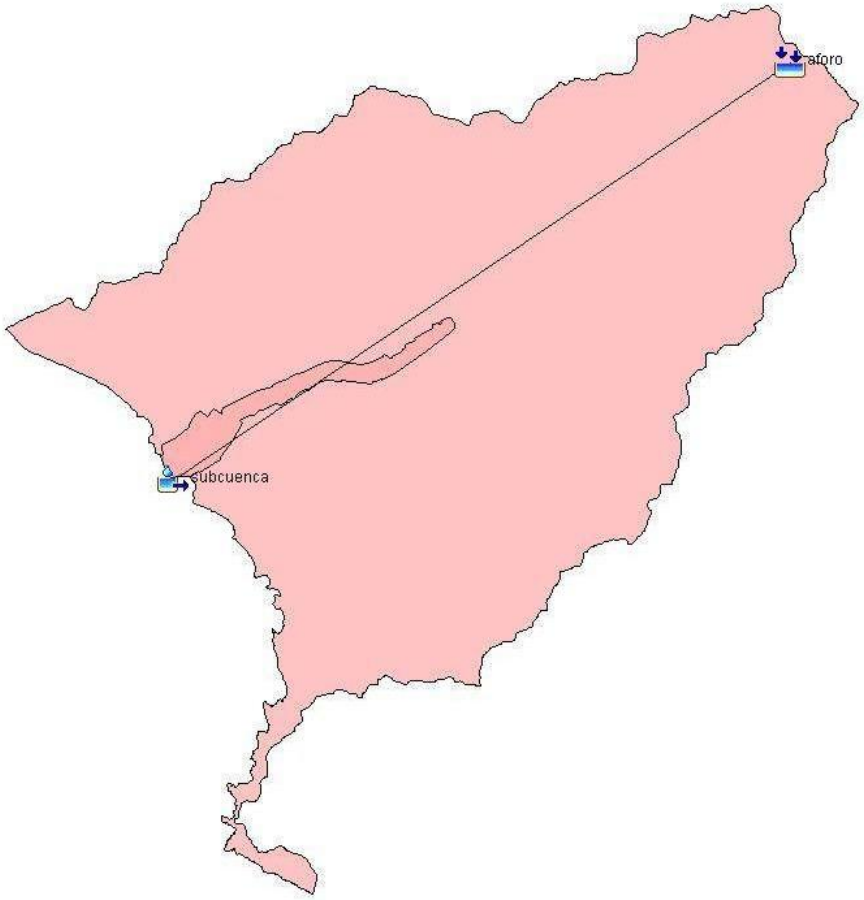
Fuente: Elaboración propia 2023

Como paso final especificamos los datos de salida, es este caso escogimos la simulación sea de 6 horas, con intervalos de 5 minutos.

Figura 56. Características Control Specifications



Fuente: Elaboración propia 2023



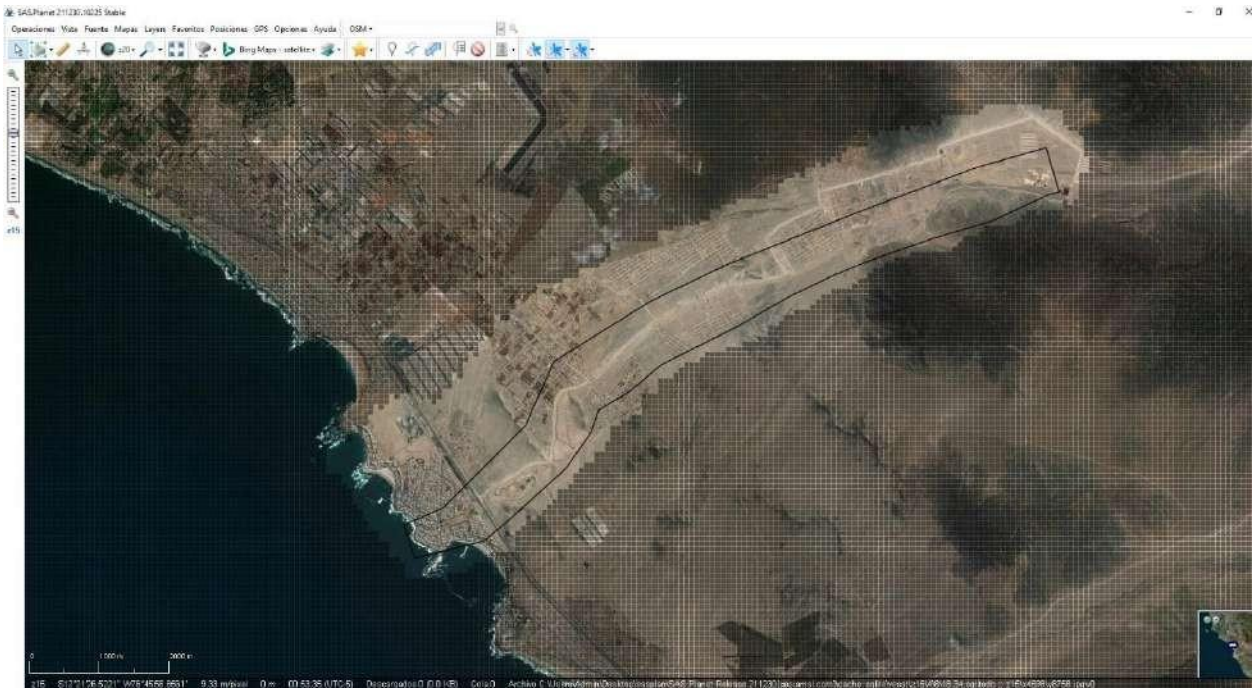
Este proceso se realizó para las precipitaciones de 100 años Tr, se presenta los datos de las simulaciones realizadas para los Tr 2, 5, 10, 25, 50, 500 años en ANEXO.

Hacemos la simulación del modelo hidrológico colocamos el modelo hidrológico del hec hms

Recolección de imágenes georreferenciadas

Con la ayuda de las imágenes tomadas por drone y el programa Sas.Planet, ubicaremos la zona de estudio y procesaremos las imágenes para obtener una referencia grafica de la cuenca.

Figura 57. imágenes georreferenciadas de la cuenca



Fuente: Elaboración propia 2023

Ubicaremos estas imágenes previamente georreferenciadas en el programa ArcGIS, para obtener una visualización grafica de nuestra quebrada en todo el tramo de su longitud.

Figura 58. Proceso de imágenes georreferenciadas

Fuente: Elaboración propia 2023

Delimitaremos las imágenes a nuestra área de estudio, para así obtener una referencia grafica del área georreferenciada correctamente.

Figura 59. Delimitación de imágenes a la cuenca

Fuente: Elaboración propia 2023

En el programa Hec-Ras, ingresamos los datos geomorfológicos y datos hidrológicos hallamos previamente para iniciar la simulación de posibles áreas de inundación

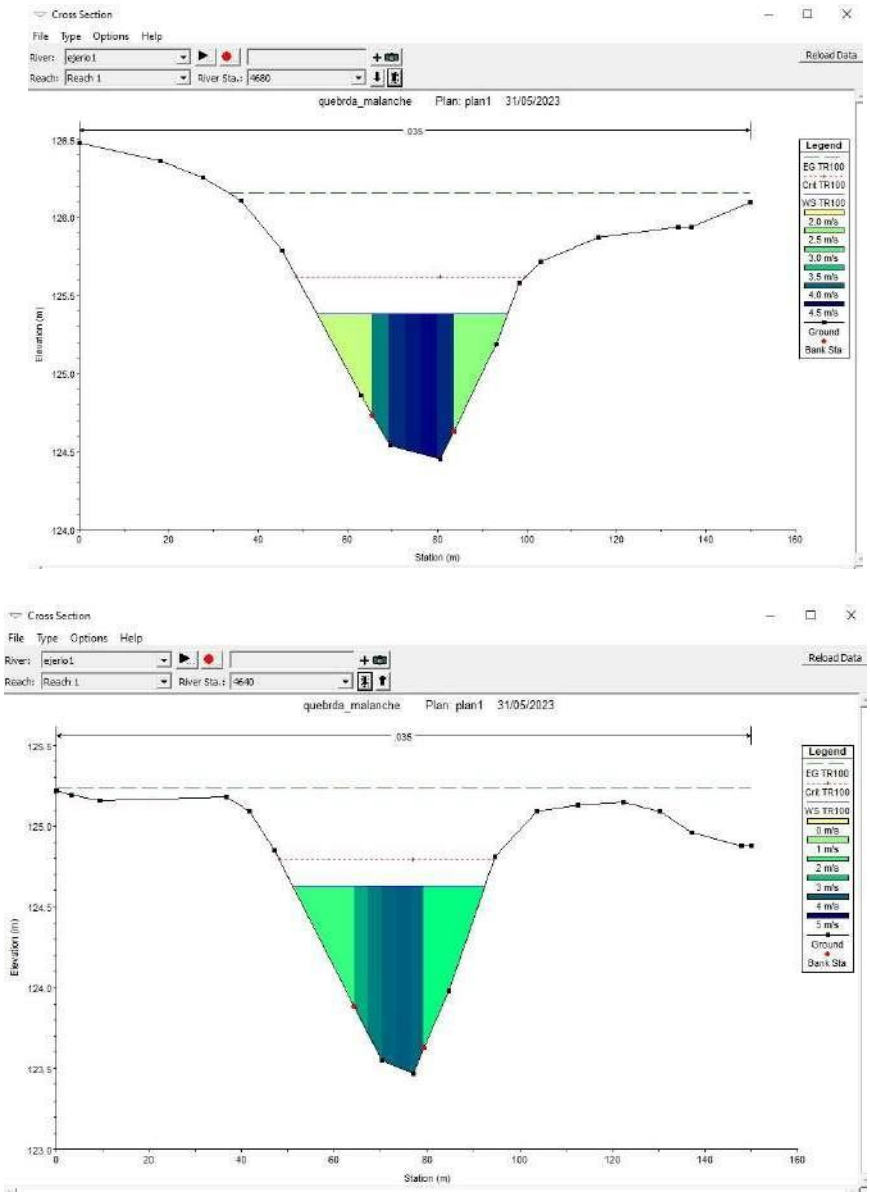
4.2.5 Proceso simulación de inundación

Figura 60. Trazo ejes de quebrada y bordes

Fuente: Elaboración propia Hec-Ras 2023

Con ayuda de las imágenes procesadas podemos delimitar las áreas de sección del cauce natural, las áreas de borde y desborde, así como identificar el flujo de la quebrada.

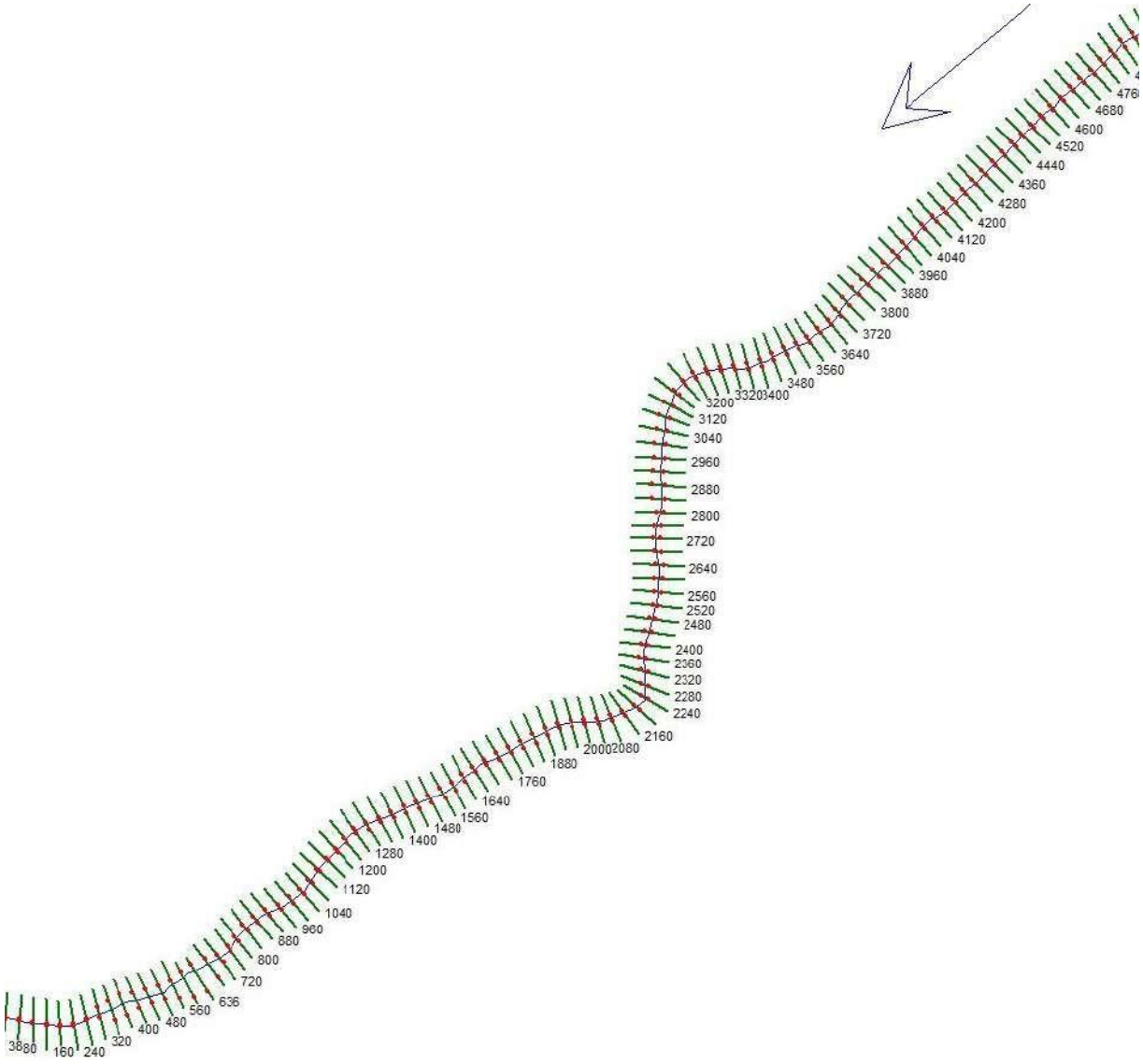
Figura 61. Sección tramo km 0.124



Fuente: Elaboración en Hec-Ras 2023

Haciendo la simulación del programa para un Tr 100 años, el cual nos indica un caudal de diseño de 113.01 m/s. se logra visualizar las áreas críticas y de desborde en el cual vamos a poder observas las áreas inundables en peligro.

Figura 62. Perfil longitudinal de la quebrada Malanche



Fuente: Elaboración Propia 2023

4.3 Desarrollo de la sección del cauce

4.3.1 Proceso simulación enrocado

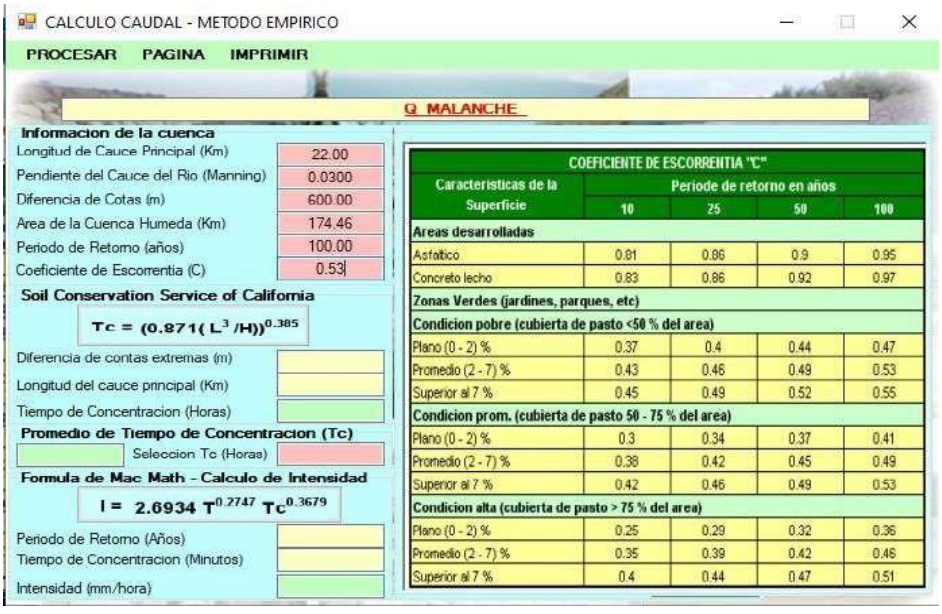
Siguiendo con el procedimiento ingresaremos los datos de caudal, tiempo de retorno, periodo de registro que hemos obtenido de los procesos hidrológicos en el programa River.

Procedemos a procesar los cálculos para los diferentes métodos que nos ofrece el programa para poder obtener el cálculo del caudal, para poder hacer el diseño de defensa ribereña.

El programa también nos ofrece obtener el dato de caudal de diseño mediante el método Empírico.

Donde ingresaremos datos de longitud de cauce, diferencia de cotas, área de la cuenca y periodo de retorno. Datos obtenidos previamente con los datos de topografía y estudio hidrológico.

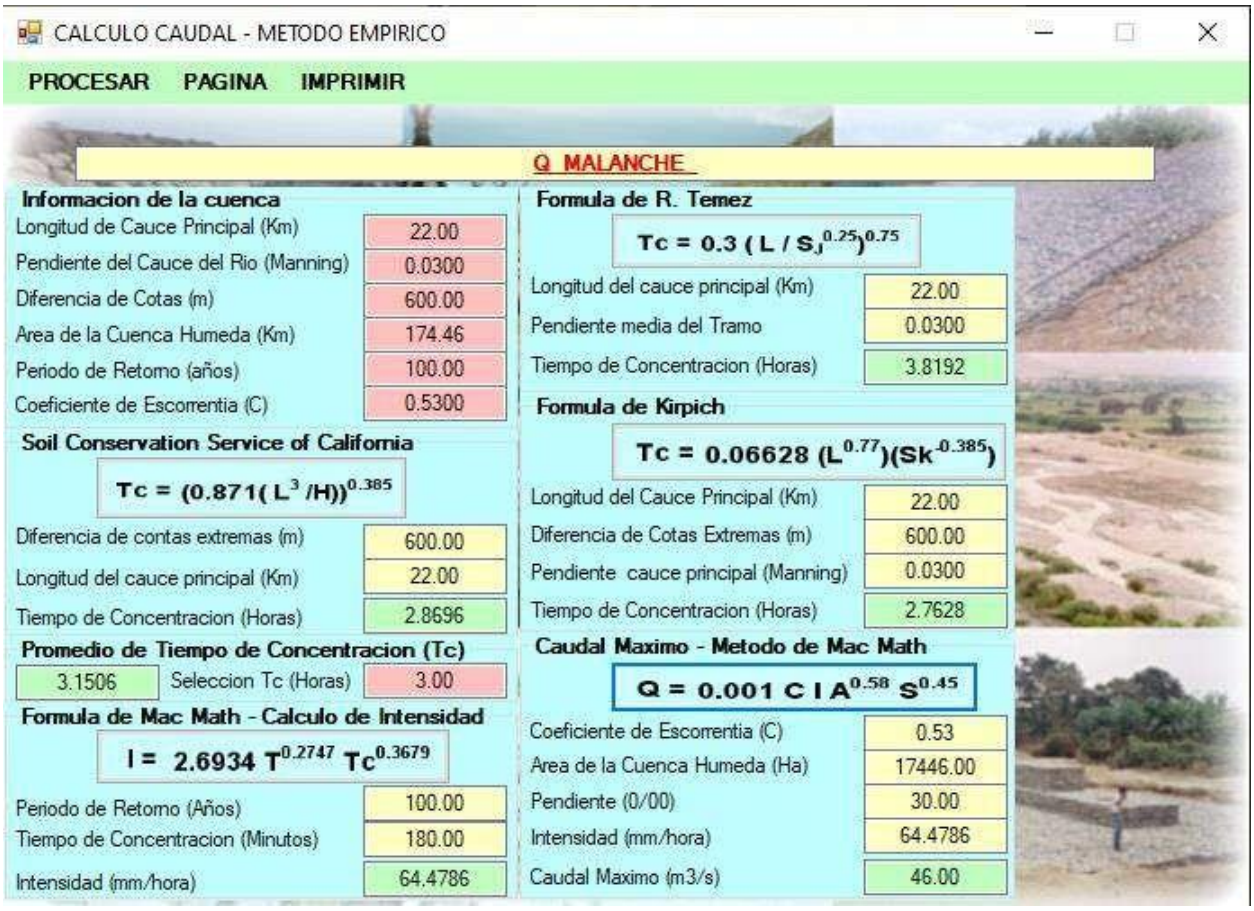
Figura 63. método empírico – cálculo de caudal



COEFICIENTE DE ESCORRENTIA "C"				
Caracteristicas de la Superficie	Periode de retorno en años			
	10	25	50	100
Areas desarrolladas				
Asfaltico	0.81	0.86	0.9	0.95
Concreto lecho	0.83	0.86	0.92	0.97
Zonas Verdes (jardines, parques, etc)				
Condicion pobre (cubierta de pasto <50 % del area)				
Plano (0 - 2) %	0.37	0.4	0.44	0.47
Promedio (2 - 7) %	0.43	0.46	0.49	0.53
Superior al 7 %	0.45	0.49	0.52	0.55
Condicion prom. (cubierta de pasto 50 - 75 % del area)				
Plano (0 - 2) %	0.3	0.34	0.37	0.41
Promedio (2 - 7) %	0.38	0.42	0.45	0.49
Superior al 7 %	0.42	0.46	0.49	0.53
Condicion alta (cubierta de pasto > 75 % del area)				
Plano (0 - 2) %	0.25	0.29	0.32	0.36
Promedio (2 - 7) %	0.35	0.39	0.42	0.46
Superior al 7 %	0.4	0.44	0.47	0.51

Una vez ingresado los datos, el programa los procesa y nos proporciona los datos de caudal de diseño mediante el método empírico

Figura 64. Caudales de diseño método empírico



Fuente: elaboración software River 2023

Para poder determinar la sección estable del cauce, el programa River nos recomienda 5 fórmulas para poder promediarlas y tener un mejor resultado. Estos son procesados mediante los siguientes métodos.

Método Petits – River

El método Petits para calcular el ancho estable del cauce, se define teniendo como dato el caudal de diseño, dando un dato aproximado de un ancho estable de cauce

Figura 65. Formula método Petits - River

$$B = 4.44\, Q^{0.5}$$

Fuente: Elaboración propia

Método Simons y Henderson

El método de Simons y Henderson, definen el ancho del cauce teniendo en cuenta un factor “K” que dependerá del fondo y orilla que tenga el cauce, también tendrá se deberá tener en cuenta el caudal de diseño para el cauce para este caso se utilizó un factor K = 4.2

Figura 66. Formula método Simons y Henderson

$$B = K\, Q^{\,1/2}$$

Fuente Elaboración propia

Método Blench y Atunin

El método Blench y atunin, definen el ancho del cauce a través de datos obtenidos previamente, como caudal de diseño, Fb y Fs (obtenidos del estudio de suelos.

Figura 67. Método Blench y Atunin

$$B = 1.81\ (Q\ Fb/Fs)^{1/2}$$

Fuente: elaboración propia

Fb: Factor de fondo

Fs: Factor de orilla

Método de Manning y Strickler

Este método define el cauce mediante los datos de caudal, coeficiente de material en el cauce.

Figura 68. Método Manning y Strickler

$$B = (Q\text{^}(1/2)/S\text{^}(1/5))\ (nK\text{^}(5/3))^{3/(3+5m)}$$

Fuente: elaboración propia

El programa promedia las secciones resultantes de los métodos realizados para obtener una sección teórica del cauce.

Figura 69. Sección Teórica del Cauce

Fuente: elaboración propia

Con los datos obtenidos de la simulación y ensayo de suelos, procederemos simular el talud obtenido en el programa GEOSTUDIO, para someterla a las cargas y ver si índice de seguridad que debe de ser mayor a 1.5 análisis estático y 1.1 análisis dinámico.

4.3.2 Proceso simulación gaviones

4.3.2.1 Análisis de socavación

En el proceso del análisis de socavación, utilizamos el método de LISCHTVAN-LEBEDIEV, para este caso utilizaremos la fórmula que es dirigido a suelos no cohesivos como en este caso:

$$H_s = \left(\frac{\alpha . {H_0}^{5/3}}{0.68 dm^{0.28} . \beta} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

$$\alpha = \frac{Q}{Be . {y_m}^{5/3}}$$

Donde:

Hs: Profundidad total de erosión

H0: profundidad media (m)

Be: Sección estable determinada (m)

B: coeficiente que depende de la frecuencia de análisis

Ys: Peso específico del suelo

X: Exponente para el material

Ym: tirante (m)

Los valores para “B” y “x” los encontramos en la tabla siguiendo, dependiendo de las características de la quebrada.

Tabla 31. Coeficiente de material

SUELOS COHESIVOS						SUELOS COHESIVOS					
γ_d (mm)	x	1 / (1 + x)	γ_d (mm)	x	1 / (1 + x)	d (mm)	x	1 / (1 + x)	d (mm)	x	1 / (1 + x)
0.80	0.52	0.66	1.20	0.39	0.72	0.05	0.43	0.70	40.00	0.30	0.77
0.83	0.51	0.66	1.20	0.38	0.72	0.15	0.42	0.70	60.00	0.29	0.78
0.86	0.50	0.67	1.28	0.37	0.73	0.50	0.41	0.71	90.00	0.28	0.78
0.88	0.49	0.67	1.34	0.36	0.74	1.00	0.40	0.71	140.00	0.27	0.79
0.90	0.48	0.67	1.40	0.35	0.74	1.50	0.39	0.72	190.00	0.26	0.79
0.93	0.47	0.68	1.46	0.34	0.75	2.50	0.38	0.72	250.00	0.25	0.80
0.96	0.46	0.68	1.52	0.33	0.75	4.00	0.37	0.73	310.00	0.24	0.81
0.98	0.45	0.69	1.58	0.32	0.76	6.00	0.36	0.74	370.00	0.23	0.81
1.00	0.44	0.69	1.64	0.31	0.76	8.00	0.35	0.74	450.00	0.22	0.83
1.04	0.43	0.70	1.71	0.30	0.77	10.00	0.34	0.75	570.00	0.21	0.83
1.08	0.42	0.70	1.80	0.29	0.78	15.00	0.33	0.75	750.00	0.20	0.83
1.12	0.41	0.71	1.89	0.28	0.78	20.00	0.32	0.76	1000.00	0.19	0.84
1.16	0.40	0.71	2.00	0.27	0.79	25.00	0.31	0.76			

Fuente: Mejía J. (2006)

Tabla 32. Coeficiente B

Probabilidad anual (en %) de que se presente el gasto de diseño	Coeficiente B
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.9
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Fuente: Mejía J. (2006)

Tabla 33. Cálculo de altura socavación

ıgresiva	Q (m3/s)	Ho	Be	A (m2)	Ym (m)	dm (mm)	B	x	s	Hs (m)	Tm
0+00 - 1+ 280	113.1	4	36	144	2.46	2	0.77	0.38	0.70	5.73	1.73
2+700 - 4+400	113.1	6	36	216	4.2	2	0.77	0.38	0.29	4.90	2.90
6+200 - 7+600	113.1	3	36	108	1.4	2	0.77	0.38	1.79	7.99	1.35
8+500 - 9+100	113.1	3	36	108	1.4	2	0.77	0.38	1.79	7.99	1.35

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 Calculo Altura Gavión

Para hallar la altura del gavión utilizamos la siguiente formula

$$H = y + BL$$

$$BL = \Phi\left(\frac{V^2}{2g}\right)$$

Donde:

H: altura gavión

BL: borde libre

Tabla 34. Altura de diseño gavión

Progresiva	Tr (años)	Q (m3/s)	Tirante	Velocidad	Borde Libre	Altura H (m)	Altura a utilizar
0+00 - 1+ 280	100	113.1	2.46	3.1	0.549266	3.009266	4
2+700 - 4+400	100	113.1	4.2	2.8	0.439551	4.639551	6
6+200 - 7+600	100	113.1	1.4	3.3	0.621702	2.021702	3
8+500 - 9+100	100	113.1	1.4	3.4	0.648114	2.048114	3

Fuente: elaboración propia

Tomamos el valor de o = 1.1, dependiendo del caudal máximo del diseño, reemplazamos las expresiones del cuadro “” y obtenemos los siguientes datos para la altura a utilizar en el diseño de gavión para las diferentes progresivas recomendadas

4.3.2.3 Calculo ancho de la base

Para realizar el predimensionamiento del ancho de base, podemos hacer la aproximación de la fórmula de B >= H/2, donde obtenemos los valores de base calculados para cada progresiva.

Tabla 35. Predimensionamiento base gavión

Progresiva	H	B
0+00 - 1+ 280	4	2.50
2+700 - 4+400	6	3.50
6+200 - 7+600	3	2.00
8+500 - 9+100	3	2.00

Fuente: elaboración propia

El valor de B, lo proyectamos a valores de los tamaños de los gaviones comerciales, existiendo gaviones de 1 y 1.5m de ancho distribuidas por la marca Maccaferri.

Tabla 36. Propiedades geométricas gaviones

Propiedades Geométricas de los Gaviones Caja [3]						
Largo de las cajas	m	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Ancho de las cajas	m	1,0				
Altura de las cajas	m	0,5		1,0		
Tolerancia en la longitud	%	+/- 3				
Tolerancia en el ancho y altura	%	+/- 5				

Fuente: Revista Maccaferri (2021)

4.3.2.4 Calculo longitud colchón antisocavante

El valor de L va acorde con la profundidad del valor de socavación ya calculada en la tabla 33, el cual utilizaremos una expresión: L>= 1.5 a 2 (e)

Proyectaremos este valor a las medidas de gaviones tipo colchón que son comercializadas en el mercado.

Tabla 37. Longitud colchón

Progresiva	Tr (años)	Q (m3/s)	e (m)	L mínimo	L máximo	L utilizar
0+00 - 1+ 280	100	113.1	1.73	2.595	3.46	5
2+700 - 4+400	100	113.1	2.90	4.35	5.8	7
6+200 - 7+600	100	113.1	1.35	2.025	2.7	4
8+500 - 9+100	100	113.1	1.35	2.025	2.7	4

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar las longitudes del colchón antisocavante, el valor mínimo recomendado y el valor máximo recomendado, para este diseño se utilizará los valores de 7m para los diversos tramos de diseño. Para el espesor del colchón nos referiremos a la siguiente tabla

Tabla 38. Espesor colchón reno

Tipo	Espesor [m]	Piedras de relleno		Velocidad crítica [m/s]	Velocidad límite [m/s]
		Dimensiones [mm]	d_{50} [m]		
Colchón Reno®	0,17	70 a 100	0,085	3,5	4,2
		70 a 150	0,110	3,8	4,5
	0,23	70 a 100	0,085	3,7	4,5
		70 a 150	0,110	4,1	4,9
	0,30	70 a 120	0,100	4,0	4,7
		100 a 150	0,125	4,3	5,0
Gavión caja	0,50	100 a 200	0,150	4,9	5,8
		120 a 250	0,190	5,5	6,4

Fuente: Elaboración propia

Teniendo velocidades de 3.1 m/s hasta 4m/s utilizaremos el colchón de S = 0.23

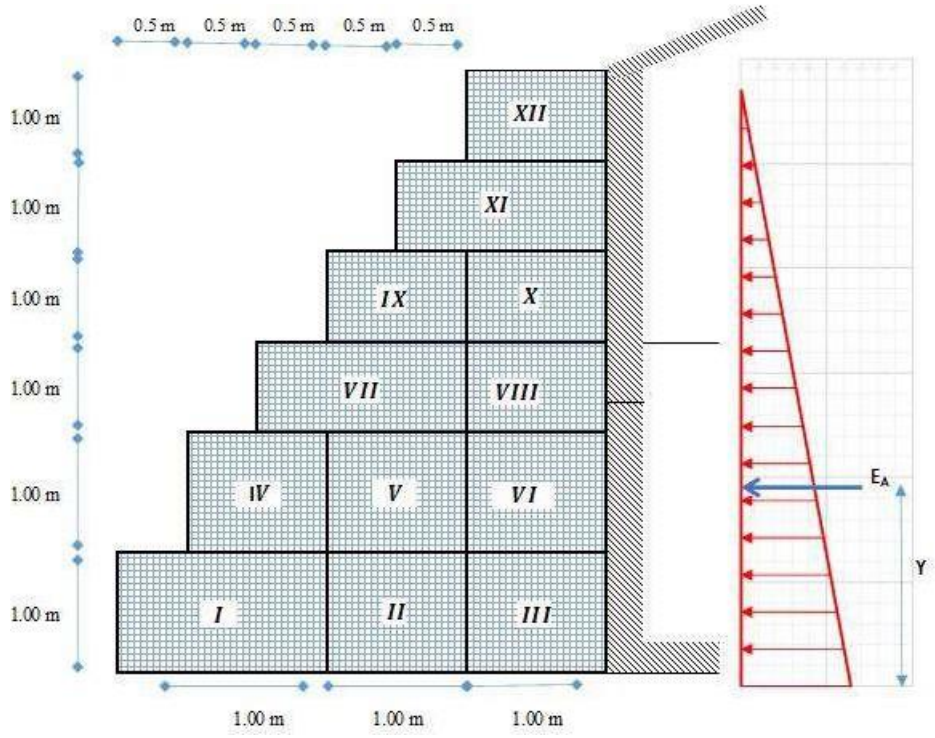
4.3.2.5 Análisis de estabilidad del muro gavión

Procederemos a analizar el gavión por estabilidad, teniendo en cuenta las fuerzas piezométricas y de carga que interfieren en la estructura.

El cálculo realizado para la sección de mayores dimensiones que se encuentra en la progresiva 2+700 – 4+400, que cuenta con una altura de 6.00 metros con una base de 3.5+ metros, el cual este compuesto de dos tamaños de cajas tipo gavión de 1.00 m x 1.00m y cajas gavión 1.50m x 1.00m.

Tabla 39. Altura estructura tipo gavión

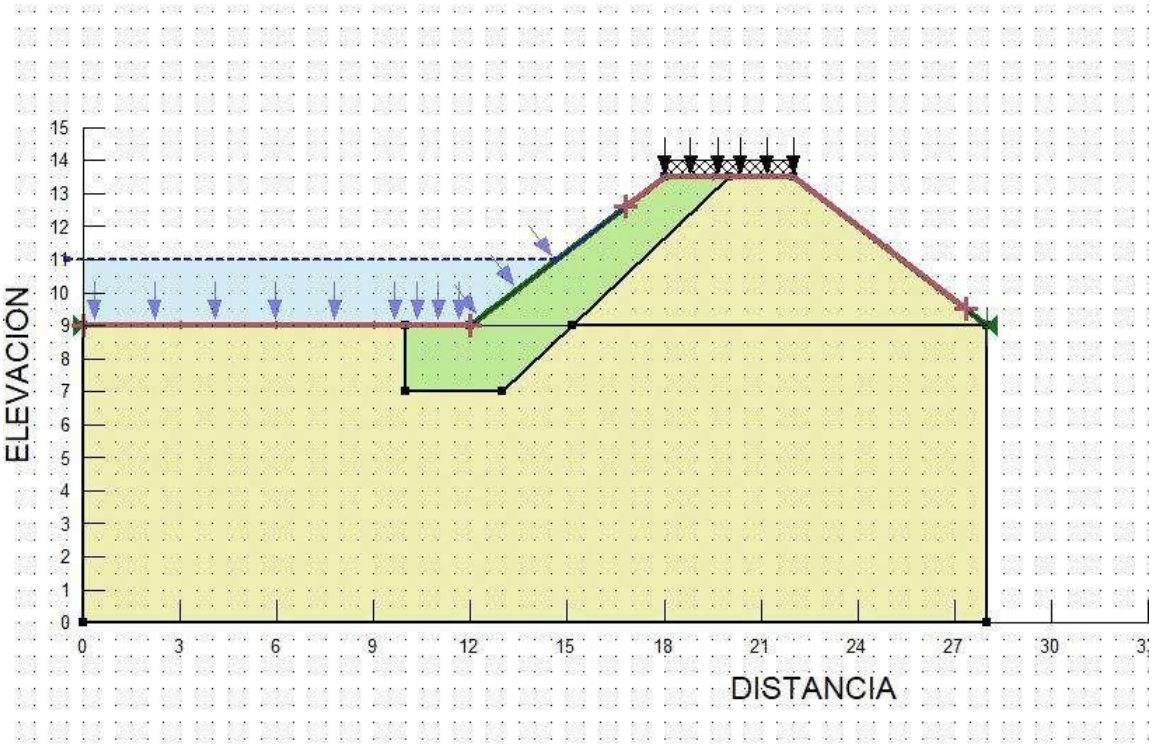
Progresiva	Q (m3/s)	Altura (H)	Base (m)	Longitud del colchón	Ys (tn/m3)	Yr (tn/m3)	O	Capacidad portante (kg/cm2)
0+00 - 1+ 280	113.1	4	2.5	5	1.87	2.7	32°	4.83
2+700 - 4+400	113.1	6	3.5	7	1.87	2.7	32°	4.83
6+200 - 7+600	113.1	3	2.0	4	1.87	2.7	32°	4.83
8+500 - 9+100	113.1	3	2.0	4	1.87	2.7	32°	4.83



Fuente: Elaboración Propia

4.4 Proceso Análisis estructural

Figura 70. Sección de talud enrocado GeoStudio



Fuente: Elaboración propia 2023

En la imagen podemos observar que el talud está sometido a cargas piezométricas que y cargas estáticas, que influencian en la estabilidad del talud.

Cálculo de empuje activo

Para hacer el cálculo del empuje activo (EA), hallaremos el valor de “Ka “, que está relacionado al valor de B y del ángulo de fricción, datos hallados del estudio de suelos.

$$Ka = \cos\beta * \left(\frac{\cos\beta - \sqrt{\cos\beta^2 - \cos\emptyset^2}}{\cos\beta + \sqrt{\cos\beta^2 - \cos\emptyset^2}} \right)$$

Ka= 0.3093

Emplearemos la formula del empuje activo, que dependerá de la altura de diseño del gavión, en este caso será para la progresiva 2+700 – 4+400, que tiene la mayor altura de diseño.

$$E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * {H_T}^2$$

Donde:

Ea: empuje activo

Ka: coeficiente de empuje activo

Ys: peso del terreno

HT: altura del gavión

Reemplazando los valores obtendremos que EA= 10.41 tn

También hallaremos la altura de aplicación del empuje activo (Y), que está determinado por la siguiente formula.

$$Y = \frac{H_T}{3} =$$

Reemplazando obtendremos el valor de Y= 2.00m

En la siguiente tabla, obtendremos el peso total y momento resistente de la estructura, que se detalla en el siguiente cuadro.

FIG.	TIPO	ÁREA (m²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	1.500	2.70 tn/m³	4.05 tn/m	0.750	3.0375
II	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	2.000	5.4000
III	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
IV	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	1.000	2.7000
V	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	2.000	5.4000
VI	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
VII	Gavión	1.500	2.70 tn/m³	4.05 tn/m	2.250	9.1125
VIII	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
IX	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	2.000	5.4000
X	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
XI	Gavión	1.500	2.70 tn/m³	4.05 tn/m	2.750	11.1375
XII	Gavión	1.000	2.70 tn/m³	2.70 tn/m	3.000	8.1000
			Σ =	36.45 tn/m	Σ =	82.688

Peso total de la estructura = 36.45 tn/m

Momento resistente de la estructura=82.7 tn-m

Mediante la siguiente formula podremos calcular el momento de empuje activo que se produce:

$$M_A = E_A * Y$$

MA= 20.826 tn-m

Verificación por deslizamiento

Haremos la verificación por deslizamiento de la estructura donde el valor de FSD >= 1.5

$$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$$ donde $$f = tg\emptyset \leq 0.60$$

F= 0.60

Obtendremos:

FSD = 2.1 > 1.5 …… CUMPLE

verificación por volteo

haremos la verificación por volteo de la estructura donde el valor de FSV = 2.00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

Obtendremos:

FSV= 3.97 > 2.00 …… CUMPLE

verificación de presión sobre el terreno:

Por medio de la siguiente formula podremos hallar la distancia en donde la fuerza resultante es aplicada, verificaremos la presión que tiene esta en el terreno.

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} =$$

Obtendremos:

Xo= 1.70m

Hallaremos la excentricidad de la fuerza resultante

$$e = \frac{B}{2} - X_O$$

e= 0.0528

cumpliendo con la condición de:

$$e < \frac{B}{6} =$$ 0.58……CUMPLE

Mediante la siguiente formula podemos hacer la verificación de presión del contacto del suelo con el muro.

$$\sigma = \frac{P}{B}\left[1 \pm \frac{6 * e}{B}\right]$$

Reemplazando los datos previamente obtenidos, tenemos como resultados:

S1 = 1.14 kg/cm2 < Ss= 4.83kg/cm2..... CUMPLE

S2= 0.95 kg/cm2 < Ss= 4.83 kg/cm2..... CUMPLE

Haciendo un análisis para los 3 diferentes tipos de gaviones que se presentan en la quebrada, presentamos las medidas calculadas y analizadas mediante los métodos presentados, estas medidas se representan en la siguiente tabla.

Tabla 40. Espesor colchón reno

Progresiva	Q (m3/s)	Altura (H)	Base diseño (m)	L colchón (m)	Espesor de colchón Reno(m)
0+00 - 1+ 280	113.1	4	2.5	5	0.23
2+700 - 4+400	113.1	6	3.5	7	0.23
6+200 - 7+600	113.1	3	2	4	0.23
8+500 - 9+100	113.1	3	2	4	0.23

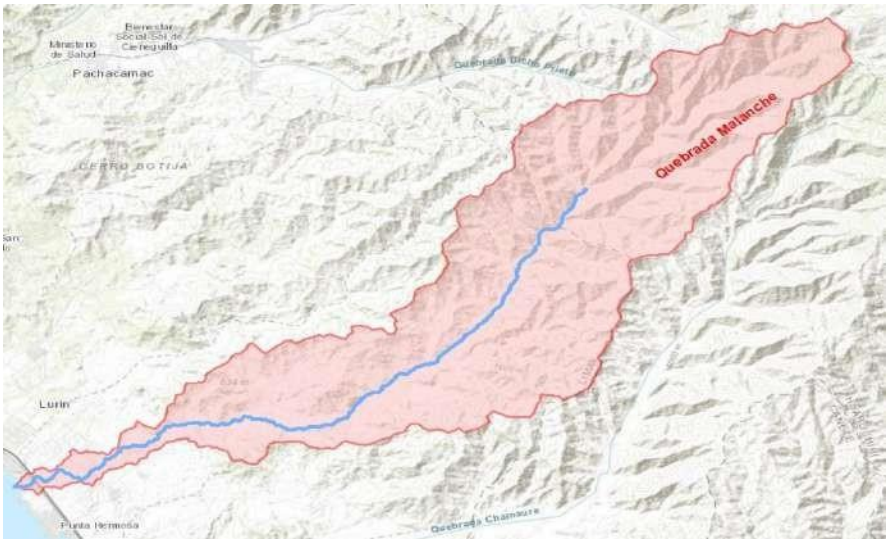
Fuente: Elaboración propia (2023)

CAPITULO V RESULTADOS

5.1 Estudio Topográfico

En el proceso del desarrollo del estudio topográfico obtenemos los datos geomorfológicos que nos determinan diversos factores de geometría de la cuenca en estudio. En la siguiente imagen se detalla las características de la cuenca y la quebrada malanche.

Figura 71. Geomorfología quebrada malanche



Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 41. Parámetros geomorfológicos

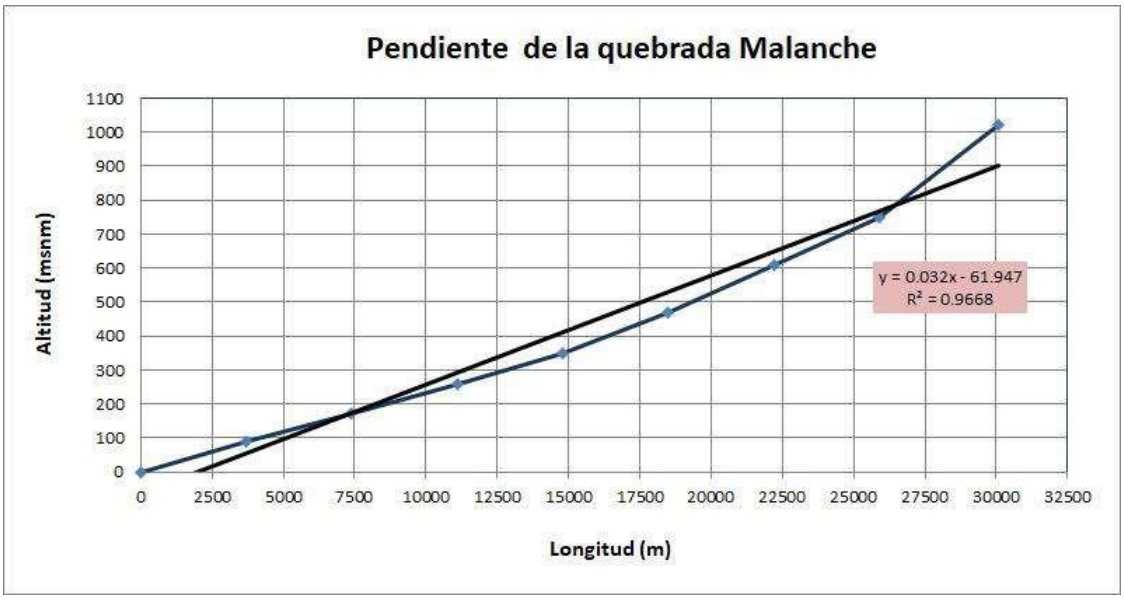
PARAMETROS			UND	NOMENCLATURA	CUENCA
Superficie total de la cuenca			Km²	At	186.603
Perímetro			Km.	P	98.203
	Zona de Proyeccion UTM		s/U	Zona	18
	X		m	Coord. X	642821.91
	Y		m	Coord. X	8605256.81
		Coeficiente de Compacidad (Gravelius)	s/U	$Kc = 0.28\ P / (At)^{1/2}$	2.028
		Longitud de la Cuenca	Km.	LB	45.356
		Ancho Medio de la Cuenca	Km.	AM = At / LB	4.114
		Factor de Forma	s/U	Kf = AM / LB	0.091
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor	Km.	$Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/pi*Kc^2))$	45.356
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Menor	Km.	$Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1-(1-4/pi*Kc^2))$	4.114
	Densidedad de drenaje		Km./Km².	Dd = Lt / At	0.571
Desnivel total de la cuenca			Km.	Ht	3.342
Altura media de la cuenca			m.s.n.m.	Hm	1160
Pendiente cuenca (Met. Rectangulo Equivalente)			%	Ht / Lma	7.37%
Tiempo de Concentracion Kirpich			min.	0.0195(L^3/h)^0.385	204.98

Fuente: Elaboración propia (2023)

Pendiente (s) quebrada Malanche

Obtenemos los datos de la pendiente de la quebrada malanche, así como el área y su perímetro en la siguiente imagen se detalla la altura de la quebrada a lo largo de su longitud

Figura 72. Pendiente quebrada



Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 42. Parámetros de quebrada

PARAMETROS	UND	NOMENCLATURA	RESULTADO
Area total de la cuenca	Km^2	At	186.600
Perímetro	Km.	P	98.203
Longitud del cauce principal	Km.	L	30.930
Pendiente del cauce principal	%	S	3.05%
Tiempo de concentración	Hrs.	Tc	3.04

Fuente: Elaboración propia (2023)

Se muestra los resultados de los ensayos y estudios realizadas a las muestras presentadas en el laboratorio

Tabla 43. Resultados pendientes de quebrada

Progresiva	Ángulo de Fricción	Capacidad admisible	Clasificación SUCS	Pendiente %
0+00 - 1+ 280	32.0	4.83	SP	3.5
2+700 - 4+400	32.0	4.83	SP	3.5
6+200 - 7+600	32.0	4.83	SP	3.5
8+500 - 9+100	32.0	4.83	SP	3.5

Fuente: Elaboración propia

5.2 Estudio Hidrológico

simulación hidrológica se realizó para los Tr de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 años, en los cuales se pudo determinar los caudales máximos para cada Tr.

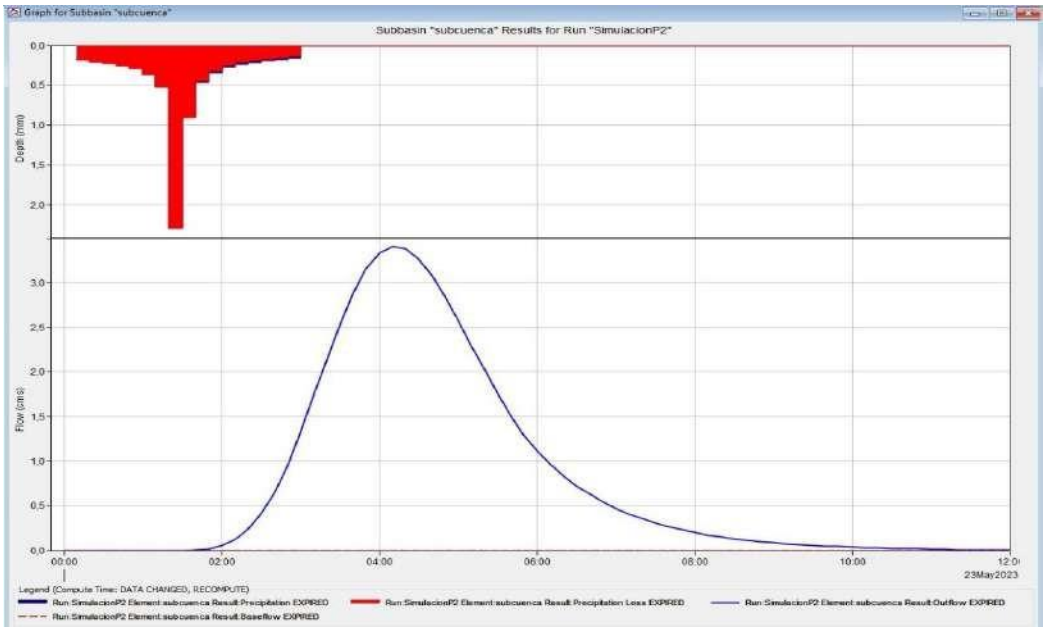
Caudal Tr 2 años

Mediante la simulación para el periodo de 2 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 3,4 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 7.39 mm de los cuales se pierde 7.19 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 0.20 mm.

Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que las primeras 2 horas no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por infiltración, después de 2 horas se comienza a producir el caudal por escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 4hrs con 20 minutos, como se aprecia en la figura

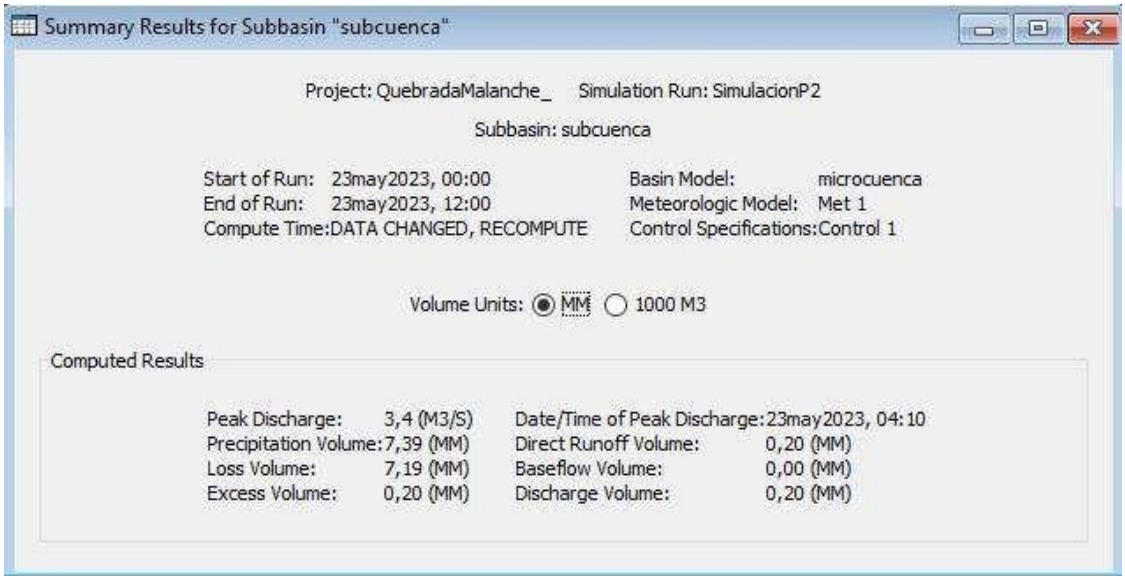
Simulación caudal de diseño Tr 2 años

Figura 73. Simulación escorrentía Tr 2 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Simulación caudal de diseño Tr 2 años



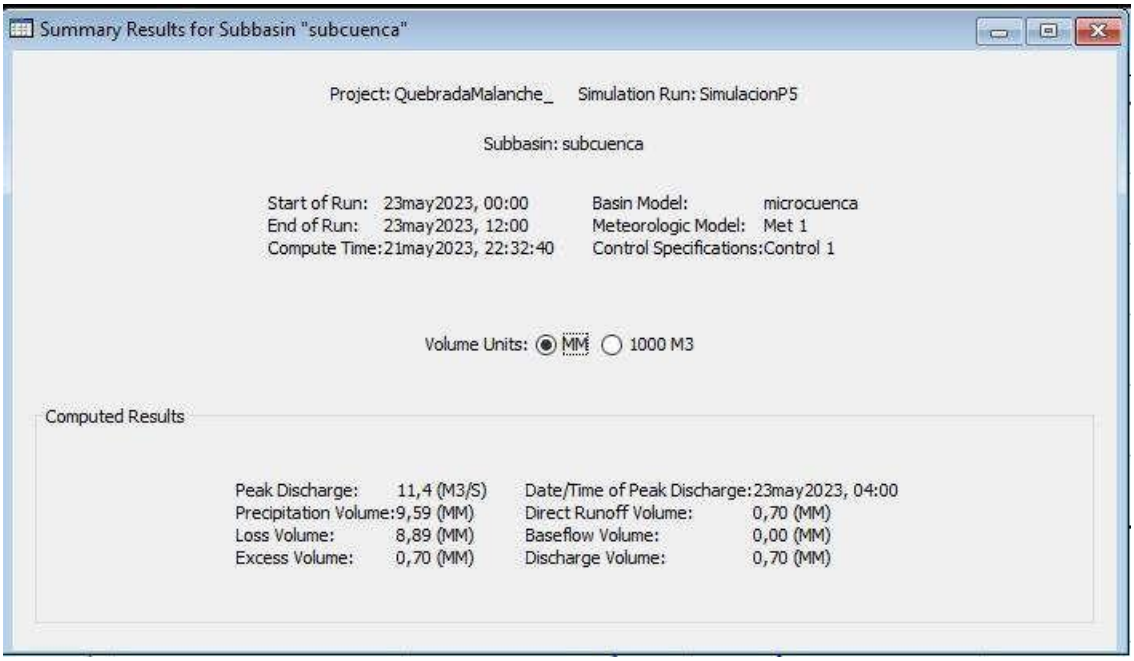
Fuente: Elaboración propia

Caudal Tr 5 años

Mediante la simulación para el periodo de 5 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 11.4 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 9.59 mm de los cuales se pierde 8.89 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 0.7 mm.

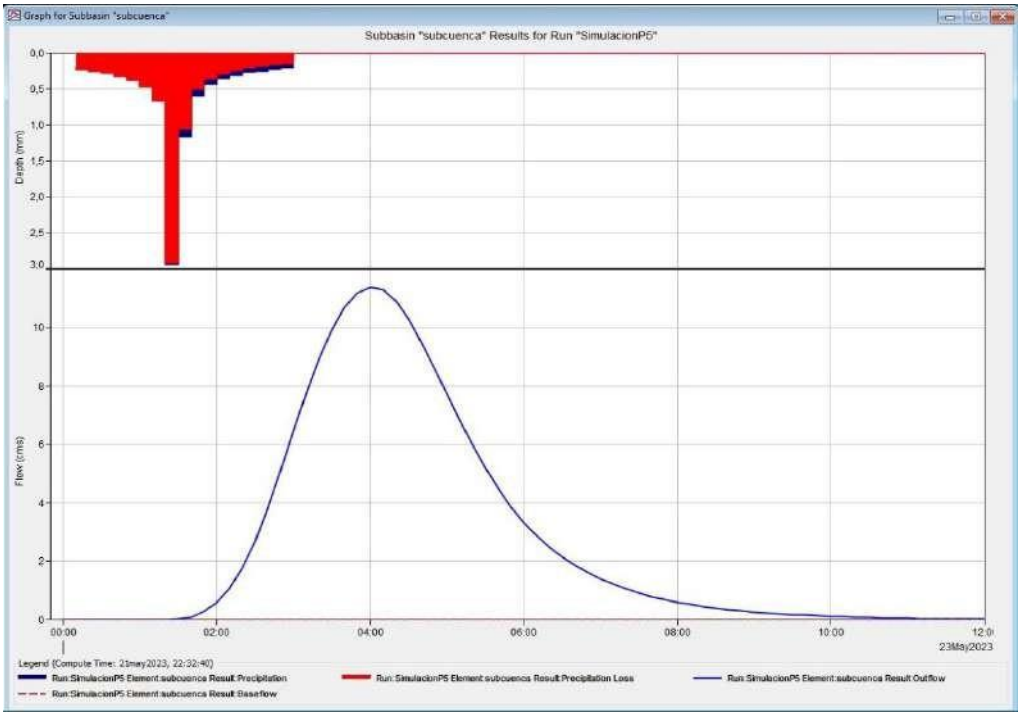
Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que por 1hora y 30 minutos no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por el proceso de infiltración, después de 2 horas se comienza a producir el caudal por el proceso de escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 4hrs con 20 minutos, como se aprecia en la Figura 76.

Figura 75. Simulacion caudal de diseño Tr 5 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 76. Simulación escorrentía Tr 5 años



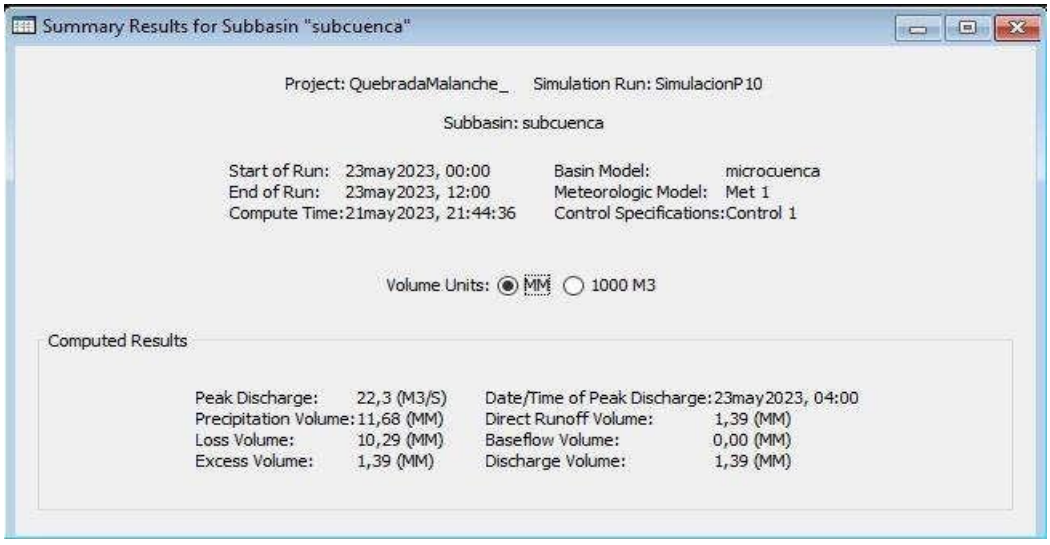
Fuente: Elaboración propia

Caudal Tr 10 años

Mediante la simulación para el periodo de 10 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 22.3 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 11.68 mm de los cuales se pierde 10.29 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 1.39 mm.

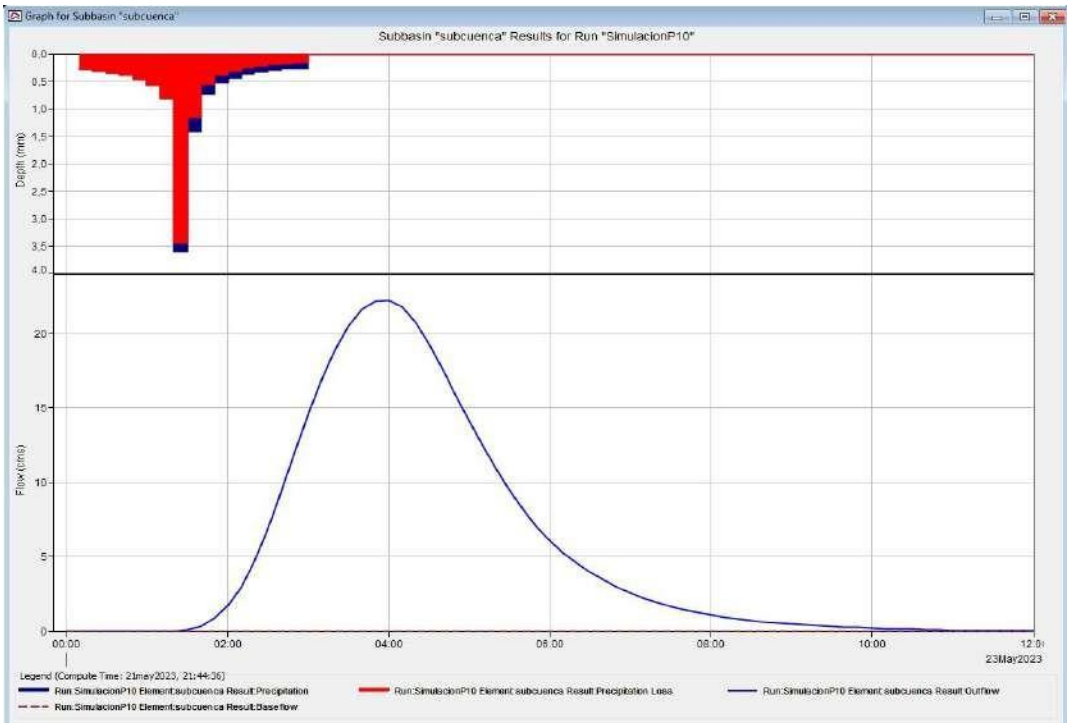
Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que por 1hora y 20 minutos no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por el proceso de infiltración, después de 1 hora y 20 minutos se comienza a producir el caudal por el proceso de escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 4 horas, como se aprecia en la Figura 78.

Figura 77. Simulación caudal de diseño Tr 10 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 78. Simulación escorrentía Tr 10 años



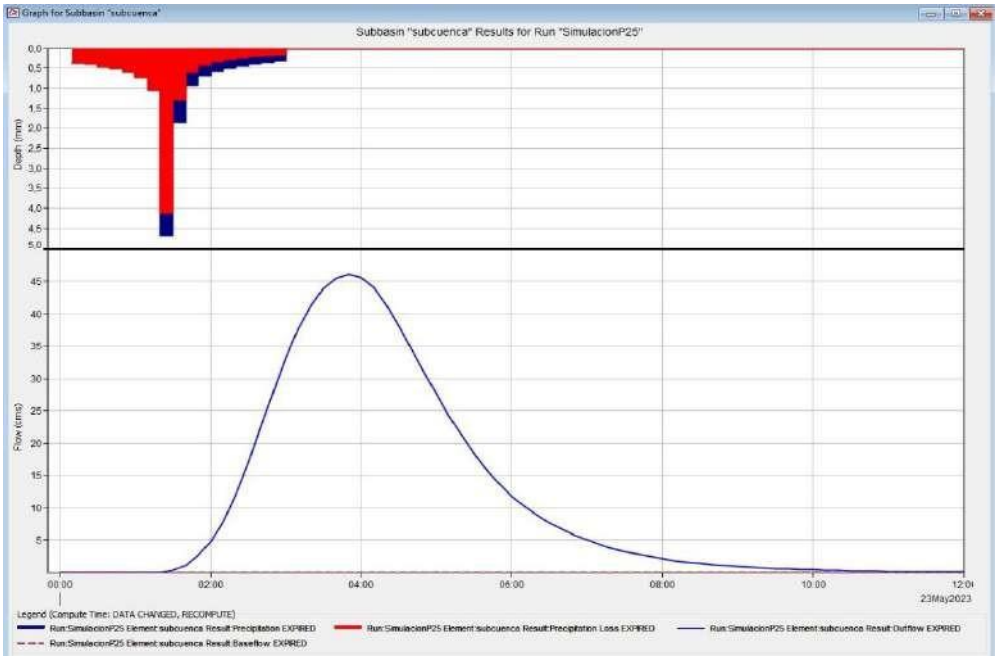
Fuente: Elaboración propia

Caudal Tr 25años

Mediante la simulación para el periodo de 25 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 46.1 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 15.13 mm de los cuales se pierde 12.23 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 2.90 mm.

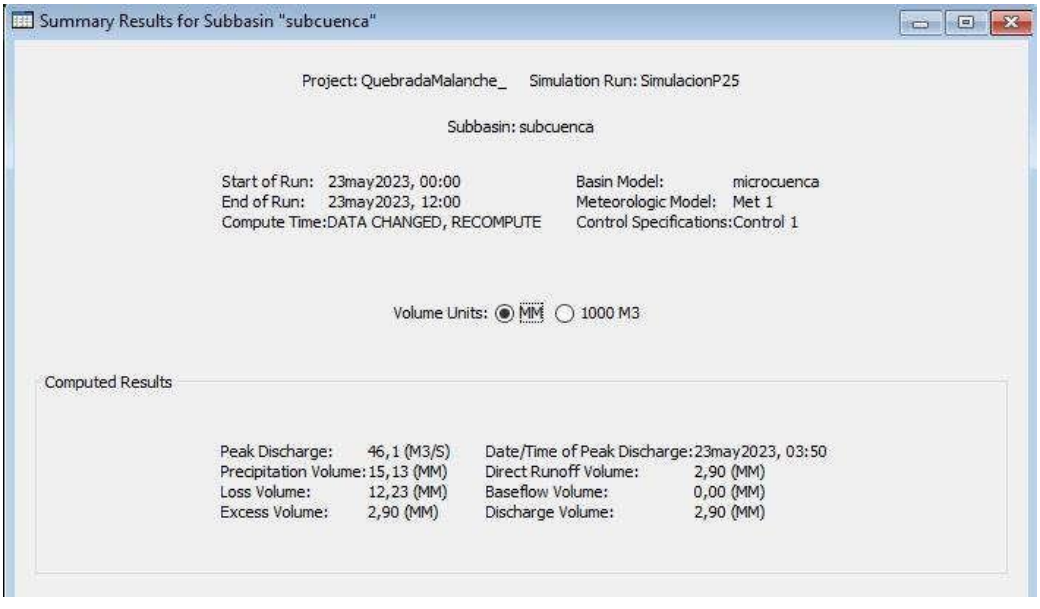
Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que por 1hora y 20 minutos no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por el proceso de infiltración, después de 1 hora y 30 minutos se comienza a producir el caudal por el proceso de escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 3 horas y 50 minutos, como se aprecia en la figura 80.

Figura 79. Simulación escorrentía Tr 25 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 80. Simulación caudal de diseño Tr 25 años



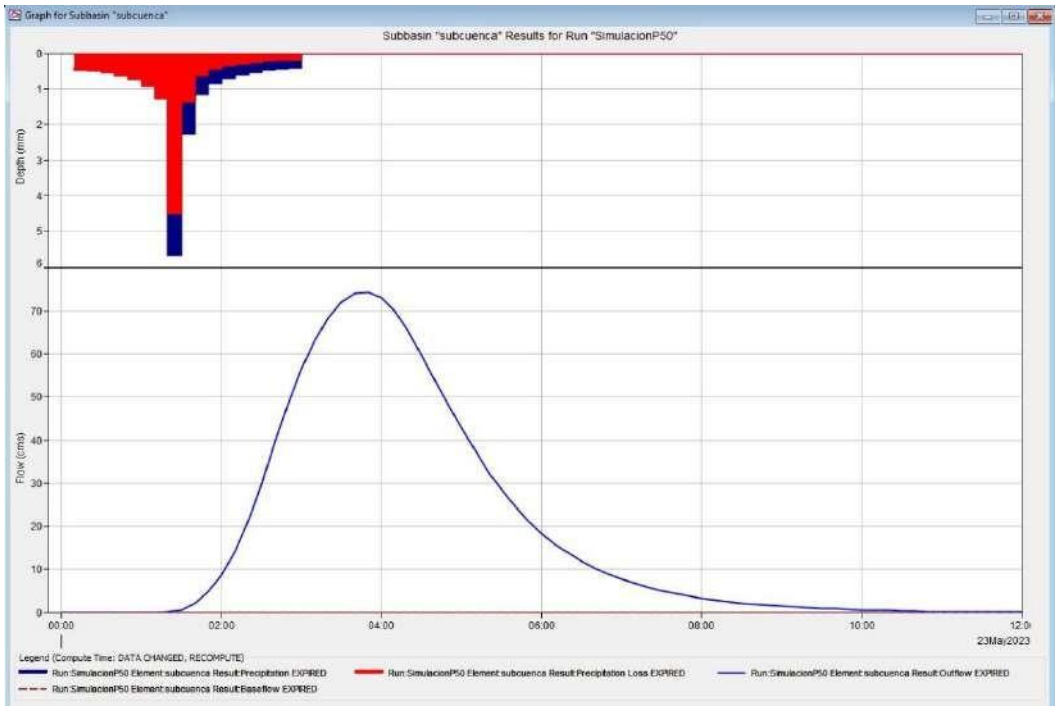
Fuente: Elaboración propia

Caudal Tr 50 años

Mediante la simulación para el periodo de 50 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 74.3 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 18.46 mm de los cuales se pierde 13.78 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 4.68 mm.

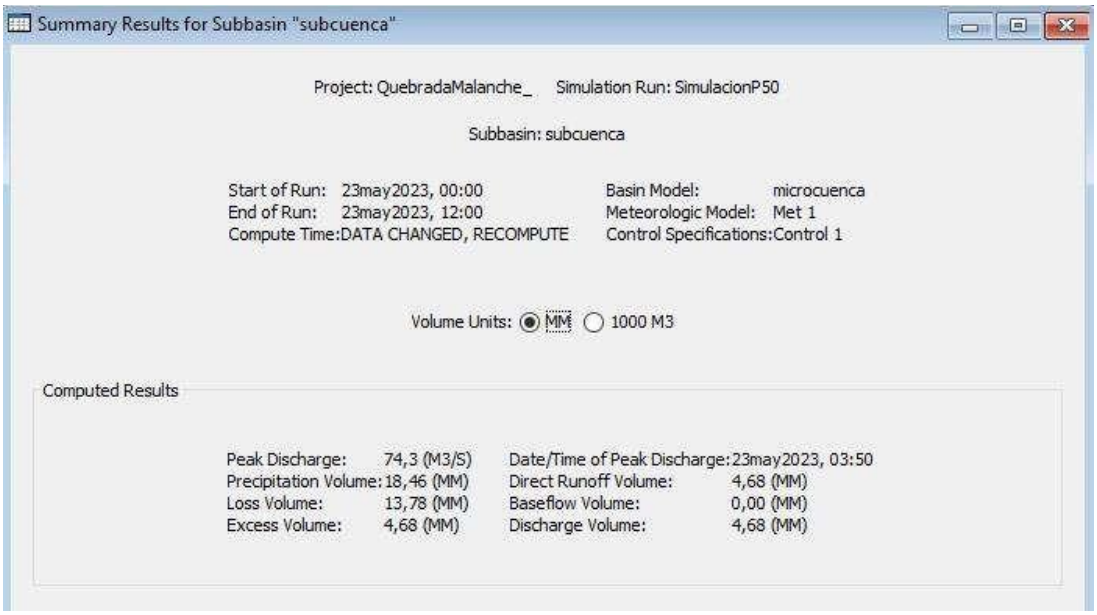
Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que por 1hora y 20 minutos no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por el proceso de infiltración, después de 1 hora y 30 minutos se comienza a producir el caudal por el proceso de escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 3 horas y 50 minutos, como se aprecia en la Figura 82.

Figura 81. Simulación escorrentía Tr 50 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 82. Simulación caudal de diseño Tr 50 años



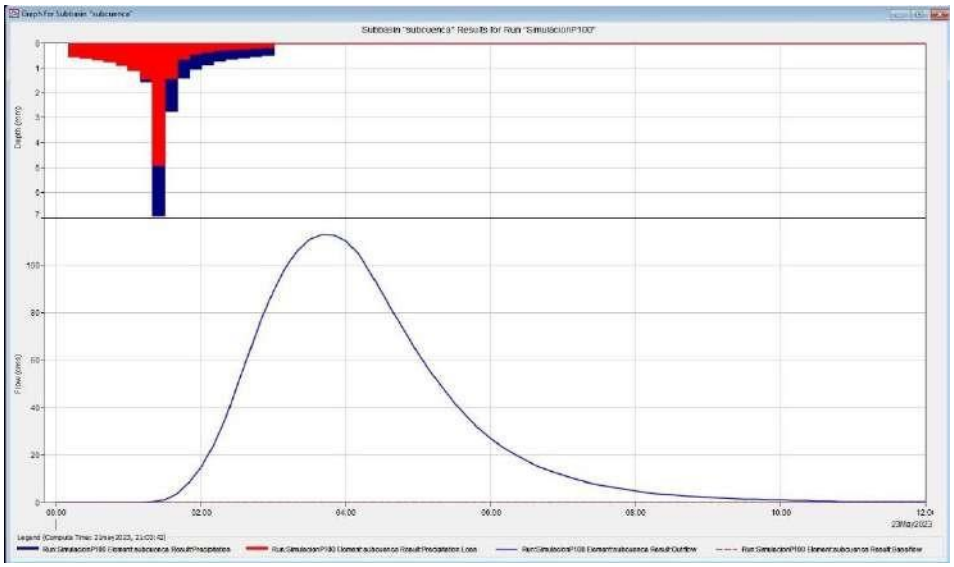
Fuente: Elaboración propia

Caudal Tr 100 años

Mediante la simulación para el periodo de 100 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 113.1 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 22.44 mm de los cuales se pierde 15.31 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 7.13 mm.

Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que por 1hora y 20 minutos no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por el proceso de infiltración, después de 1 hora y 30 minutos se comienza a producir el caudal por el proceso de escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 3 horas y 40 minutos, como se aprecia en la imagen 84.

Figura 83. Simulación escorrentía Tr 100 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 84. Simulación caudal de diseño Tr 100 años

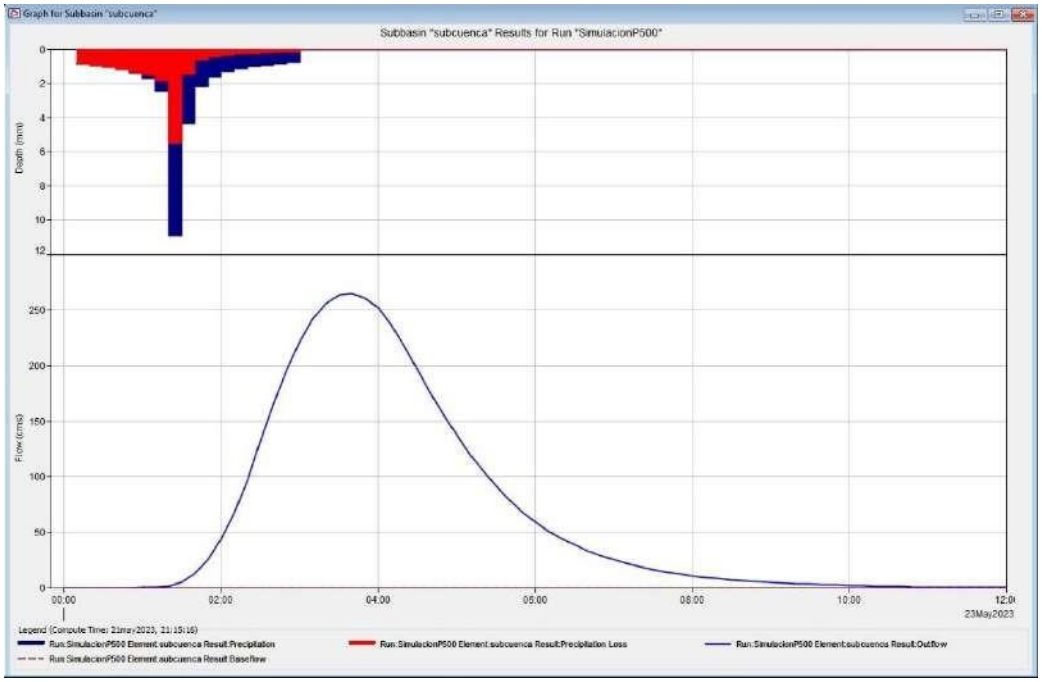
Fuente: Elaboración propia

Caudal Tr 500 años

Mediante la simulación para el periodo de 500 años, con fecha de simulación el 23 de mayo del 2023, podemos observar un caudal máximo de 264.8 m3/s. También podemos apreciar un volumen de precipitación de 35.47 mm de los cuales se pierde 18.79 mm por el proceso de infiltración, resultando un exceso de volumen de 16.68 mm.

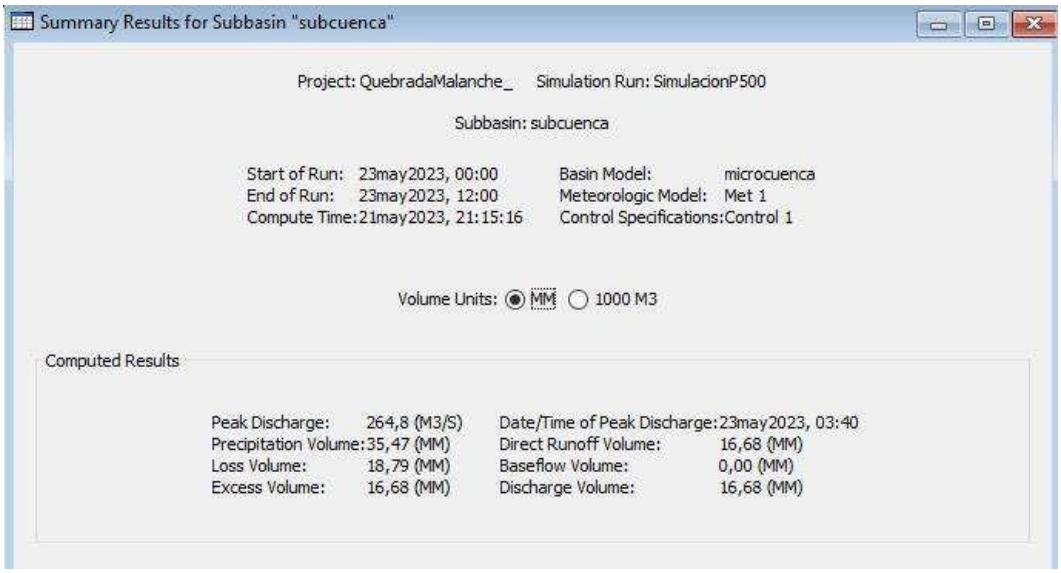
Se hizo la simulación por un periodo de 12 horas, donde evidenciamos que por 1hora no se produce caudal, ya que se pierde la precipitación por el proceso de infiltración, después de 1 hora se comienza a producir el caudal por el proceso de escorrentía, llegando a su caudal máximo a las 3 horas y 40 minutos, como se aprecia en la Figura 86.

Figura 85. Simulación escorrentía Tr 500 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 86. Simulación caudal de diseño Tr 500 años



Fuente: Elaboración propia

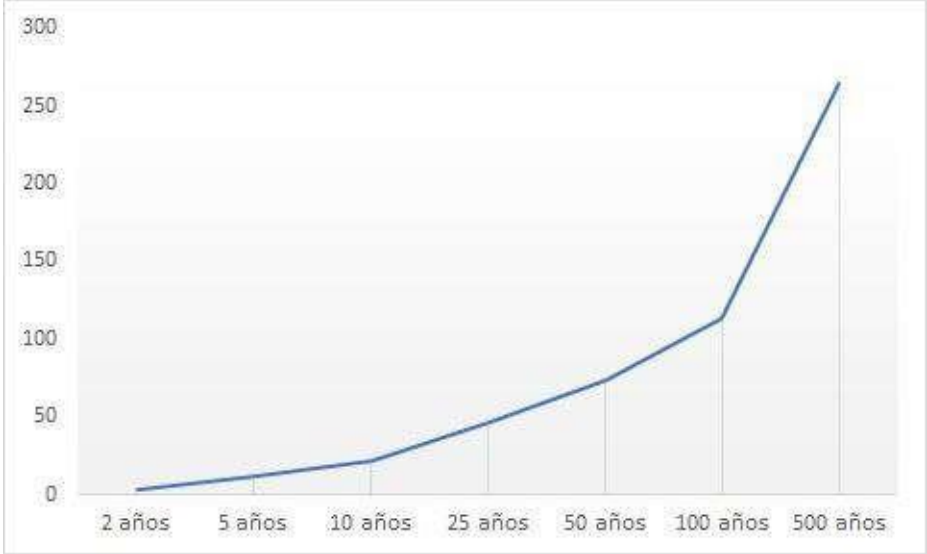
En la siguiente tabla podemos ver los resultados de caudales de diseño para los diferentes periodos de retorno, también se detallan el volumen de precipitación escurrido y volumen de precipitación perdido por infiltración.

Tabla 44. Caudales de diseño para cada periodo de retorno

Periodo de retorno	Caudal (Q) m3/s	Volumen de precipitacion(mm)	Volumen de precipitacion perdido (mm)	Volumen de precipitacion escurrido (mm)
2 años	3.4	7.39	7.19	0.2
5 años	11.4	9.59	8.89	0.7
10 años	22.3	11.68	10.29	1.39
25 años	46.1	15.13	12.23	2.9
50 años	74.3	18.46	13.78	4.68
100 años	113.1	22.7	15.31	7.39
500 años	264.8	35.47	18.79	16.68

Fuente: Elaboración propia

Figura 87. Diagrama caudal de diseño



Fuente: Elaboración propia

5.3 Sección estable del cauce

5.3.1 Simulación de inundación

Figura 88. Simulación inundación Balnearios Punta Hermosa

Fuente: elaboración propia Hec-Ras

Figura 89. Simulación inundación Santa Rosa

Fuente: Elaboración propia

Figura 90. Simulación inundación Pampa pacta

Fuente: Elaboración propia

Mediante la simulación de inundación se obtienen las áreas críticas, que representan las áreas que necesitarían ser protegidas por peligro de desborde, se obtienen tirantes críticos hasta 4m que se representan en la siguiente tabla. Donde podemos observar velocidades hasta 5 m/s y las áreas de inundación para cada tramo procesado.

Se presenta problemas de desbordamiento e inundación en las tres urbanizaciones del trayecto que tiene la quebrada, afectando a los poblados de Pampa pacta, Santa Rosa y balnearios de Punta Hermosa

Figura 91. Datos obtenidos de la simulación

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: plan01 River: ejerio1 Reach: Reach 1 Profile: TR100

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	2200	TR100	86.88	62.76	64.15	64.15	64.66	0.012104	3.17	27.48	26.99	1.00
Reach 1	2160	TR100	86.88	61.78	60.60	60.60	60.95	0.014003		33.24	48.78	0.00
Reach 1	2120	TR100	86.88	61.98	58.96	59.23	59.81	0.050956		21.32	42.14	0.00
Reach 1	2080	TR100	86.88	59.58	58.23	58.24	58.55	0.015184		34.67	57.67	0.00
Reach 1	2040	TR100	86.88	58.00	56.43	49.61	56.43	0.000010		333.73	59.55	0.00
Reach 1	2000	TR100	86.88	56.32	56.12	56.08	56.40	0.012240		36.87	55.80	0.00
Reach 1	1960	TR100	86.88	56.06	55.54	55.54	55.87	0.014459		33.85	51.37	0.00
Reach 1	1920	TR100	86.88	54.55	54.14	54.34	54.82	0.052363		23.71	56.03	0.00
Reach 1	1880	TR100	86.88	53.43	53.23	53.26	53.60	0.016751		32.38	51.46	0.00
Reach 1	1840	TR100	86.88	52.87	51.89	52.09	52.56	0.046043		24.06	52.27	0.00
Reach 1	1800	TR100	86.88	50.94	51.09	51.12	51.40	0.017563	0.91	35.86	72.10	0.85
Reach 1	1760	TR100	86.88	50.39	50.33	50.37	50.66	0.019834		34.29	66.68	0.00
Reach 1	1720	TR100	86.88	50.03	49.84	49.84	50.13	0.014830		36.33	63.08	0.00
Reach 1	1680	TR100	86.88	49.09	49.19	49.22	49.50	0.017454	0.52	35.54	69.47	0.73
Reach 1	1640	TR100	86.88	47.85	48.39	48.44	48.72	0.020441	1.81	34.28	71.16	1.06
Reach 1	1600	TR100	86.88	47.74	44.09	44.97	47.03	0.078212		11.45	9.74	0.00
Reach 1	1560	TR100	86.88	47.12	46.16	40.60	46.18	0.000120		138.52	38.06	0.00
Reach 1	1520	TR100	86.88	45.77	46.15	41.86	46.18	0.000178	0.14	117.30	51.21	0.09
Reach 1	1480	TR100	86.88	45.47	46.12	42.45	46.17	0.000324	0.25	97.62	54.55	0.14
Reach 1	1440	TR100	86.88	44.06	45.61	45.61	46.08	0.013636	3.10	28.56	32.08	1.04
Reach 1	1400	TR100	86.88	44.22	44.44	44.90	45.43	0.017301	0.86	20.40	19.57	0.83
Reach 1	1360	TR100	86.88	42.20	42.27	43.07	44.34	0.042170	0.64	13.72	10.48	1.07
Reach 1	1320	TR100	86.88	40.98	42.17	42.33	42.78	0.021077	3.58	25.67	38.33	1.28
Reach 1	1280	TR100	86.88	40.41	40.34	40.65	41.38	0.068738		19.28	41.26	0.00
Reach 1	1240	TR100	86.88	39.69	38.93	39.10	39.53	0.032883		25.32	45.43	0.00
Reach 1	1200	TR100	86.88	38.83	38.34	38.06	38.51	0.005110		47.68	54.71	0.00
Reach 1	1160	TR100	86.88	37.75	37.90	37.90	38.18	0.015194	0.64	37.58	71.96	0.73
Reach 1	1120	TR100	86.88	36.18	37.43	36.12	37.45	0.000225	0.44	145.99	97.87	0.14
Reach 1	1080	TR100	86.88	34.97	37.43	35.50	37.44	0.000045	0.34	278.67	136.37	0.07
Reach 1	1040	TR100	86.88	33.85	37.44	34.69	37.44	0.000013	0.23	422.85	150.00	0.04
Reach 1	1000	TR100	86.88	35.54	37.20	37.20	37.41	0.005628	2.31	52.13	124.30	0.70
Reach 1	960	TR100	86.88	31.50	33.91	32.86	33.97	0.000657	1.23	87.61	60.77	0.27
Reach 1	920	TR100	86.88	32.31	33.54	33.54	33.87	0.012462	2.17	34.63	51.68	0.92
Reach 1	880	TR100	86.88	28.78	29.00	29.59	32.26	0.241088	3.22	11.05	28.27	3.10
Reach 1	840	TR100	86.88	27.08	27.52	27.77	28.34	0.038112	2.48	22.14	39.39	1.45
Reach 1	800	TR100	86.88	25.67	26.59	26.24	26.75	0.003435	1.25	50.42	48.98	0.50
Reach 1	760	TR100	86.88	25.33	26.09	26.09	26.49	0.012055	1.64	31.35	39.17	0.85
Reach 1	720	TR100	86.88	23.62	24.60	24.89	25.52	0.045831	4.55	20.51	35.66	1.81
Reach 1	682	TR100	86.88	22.61	23.41	23.55	23.91	0.030803	3.04	27.71	56.19	1.41
Reach 1	636	TR100	86.88	20.57	21.92	22.18	22.61	0.025112	3.70	23.47	31.59	1.37
Reach 1	598	TR100	86.88	19.74	21.80	21.20	21.92	0.002229	1.50	57.73	48.78	0.44
Reach 1	560	TR100	86.88	19.55	21.26	21.26	21.72	0.012595	2.98	29.11	32.16	1.00
Reach 1	520	TR100	86.88	19.60	20.61	20.69	21.12	0.017480	3.17	27.43	35.60	1.15
Reach 1	480	TR100	86.88	18.11	19.66	19.82	20.34	0.020938	3.66	23.74	28.44	1.28
Reach 1	440	TR100	86.88	16.80	17.54	17.92	18.85	0.074003	5.07	17.14	32.41	2.23
Reach 1	400	TR100	86.88	16.37	17.22	17.22	17.56	0.013490	2.59	33.95	51.20	1.00
Reach 1	360	TR100	86.88	15.56	16.41	16.52	16.88	0.020399	2.34	30.20	52.25	1.13
Reach 1	320	TR100	86.88	14.90	15.03	15.19	15.59	0.049514	1.45	26.55	74.76	1.40
Reach 1	280	TR100	86.88	13.25	14.13	14.13	14.35	0.013664	2.63	43.27	99.99	1.00
Reach 1	240	TR100	86.88	11.84	12.91	13.09	13.54	0.028990	4.66	30.14	95.22	1.54
Reach 1	200	TR100	86.88	10.85	11.66	11.65	12.23	0.035935	4.01	27.31	70.94	1.60
Reach 1	160	TR100	86.88	8.98	10.07	10.29	10.77	0.037218	4.77	25.14	56.83	1.69
Reach 1	120	TR100	86.88	8.38	9.39	9.39	10.02	0.033628	5.05	27.34	63.83	1.66
Reach 1	80	TR100	86.88	6.86	7.53	7.83	8.38	0.045756	3.76	21.96	44.57	1.73
Reach 1	38	TR100	86.88	2.78	3.76	4.38	5.95	0.074810	5.22	13.52	18.46	2.24

Fuente: elaboración propia Hec-Ras

En esta tabla representamos los datos de los tirantes y velocidades obtenidos en la simulación con un caudal de 113.1 m/s representado para un periodo de retorno de 100 años, estos datos son señalando las progresivas que presentan peligro de desborde e inundación lo largo de la quebrada, representándolo en 4 progresivas.

Tabla 45. Resultados simulación inundación

Progresiva	Tr (años)	Q (m3/s)	Tirante	Velocidad
0.00 a 1+280	100	113.1	2.46	3.1
2+700 a 4+400	100	113.1	4.2	2.8
6+200 a 7+600	100	113.1	1.4	3.3
8+500 a 9+100	100	113.1	1.4	3.4

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Sección del cauce

Para el proceso de determinación del ancho del cauce se consideraron el caudal de diseño, periodo de retorno y pendiente de la quebrada.

Se considero un promedio de los 5 métodos realizados para hallar el ancho estable del cauce, calculados por el programa River

Tabla 46. sección estable del cauce métodos

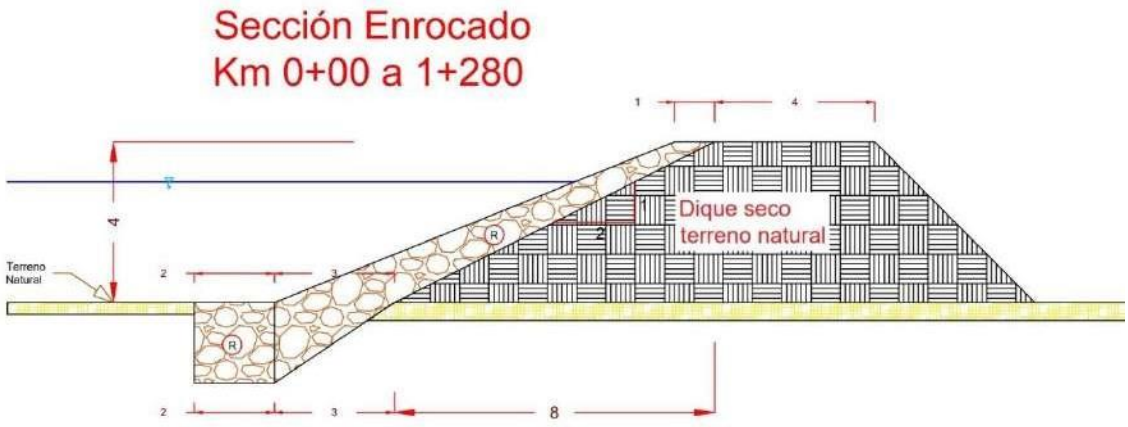
Ancho estable del Cauce (B)	
Recomendación Practica	27.01
Metodo de Petits	47.22
Metodo de Simons y Henderson	44.67
Metodo de Blench y Altunin	38.50
Metodo de Maning y Strickler	24.91
Promedio Total	**36.00**

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Tipo enrocado

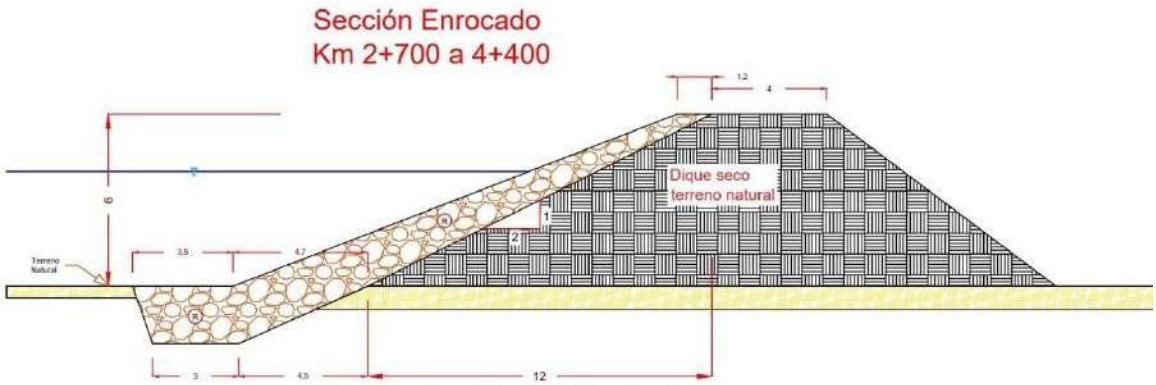
Se ha diseñado la estructura tipo enrocado para 3 tipos de secciones que se presentan en las siguientes imágenes. Con las alturas referentes a los tirantes 3 4 y 6.

Figura 92. Tipo enrocado sección Km 0+00 a 1+280



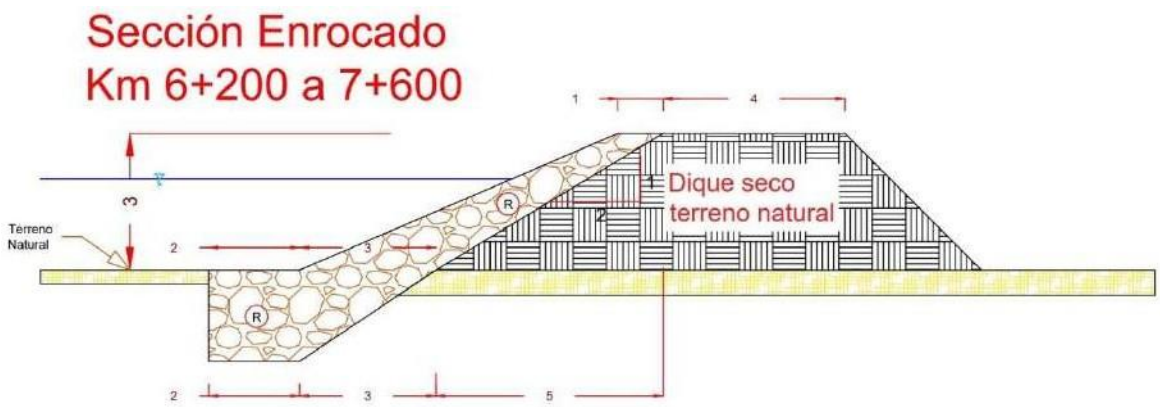
Fuente: elaboración propia (2023)

Figura 93. Sección enrocado Km 2+700 a 4+400



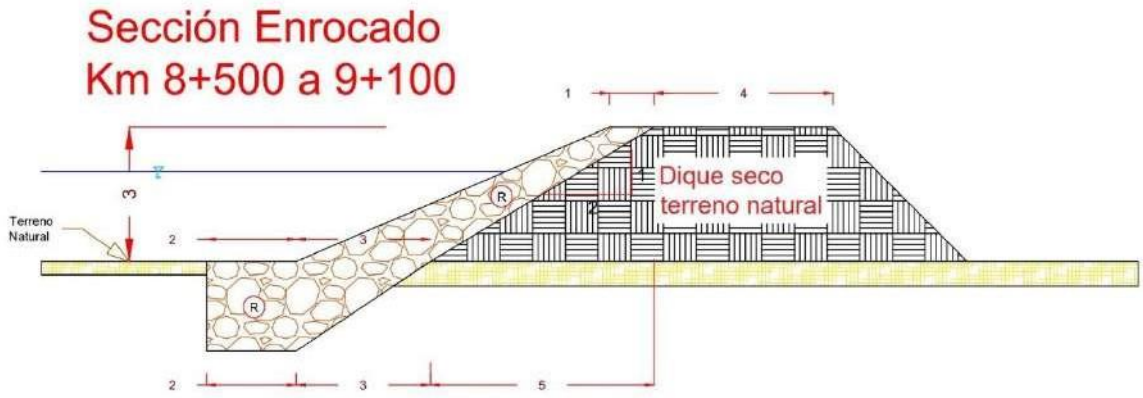
Fuente: elaboración propia (2023)

Figura 94. Sección enrocado Km 6+200 a 7+600



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 95. Sección enrocado Km 8+500 a 9+100

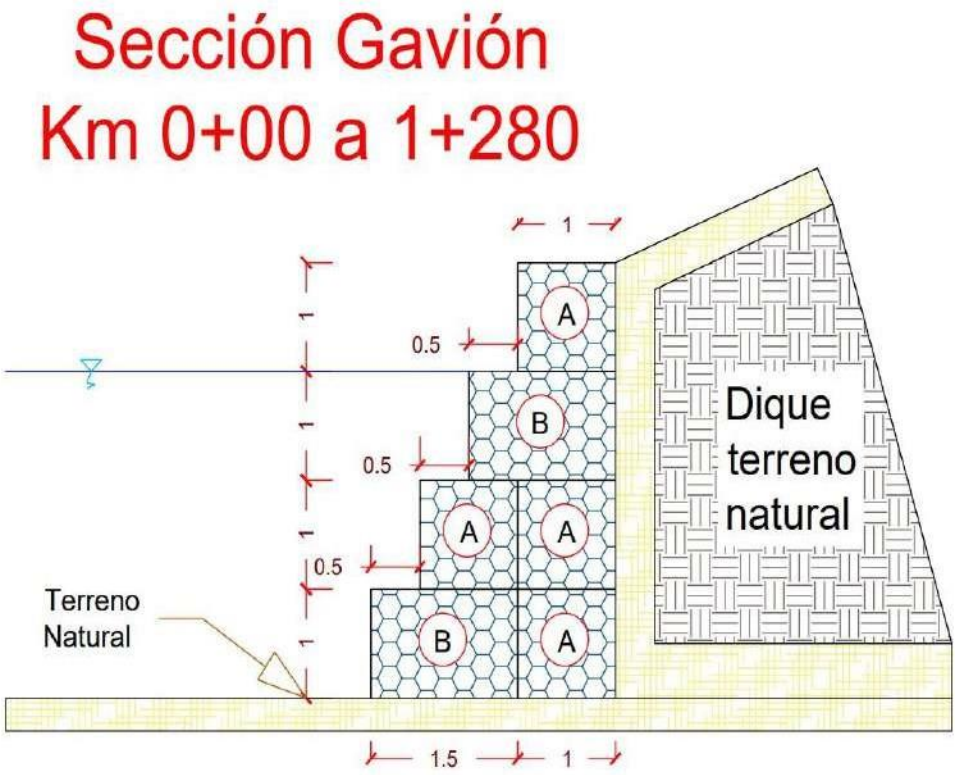


Fuente: Elaboración propia (2023)

Estos datos los procesaremos en el programa GeoStudio, para determinar si la estructura será eficiente para los análisis estático y dinámico, con los datos obtenidos de la muestra de suelo mediante calicatas.

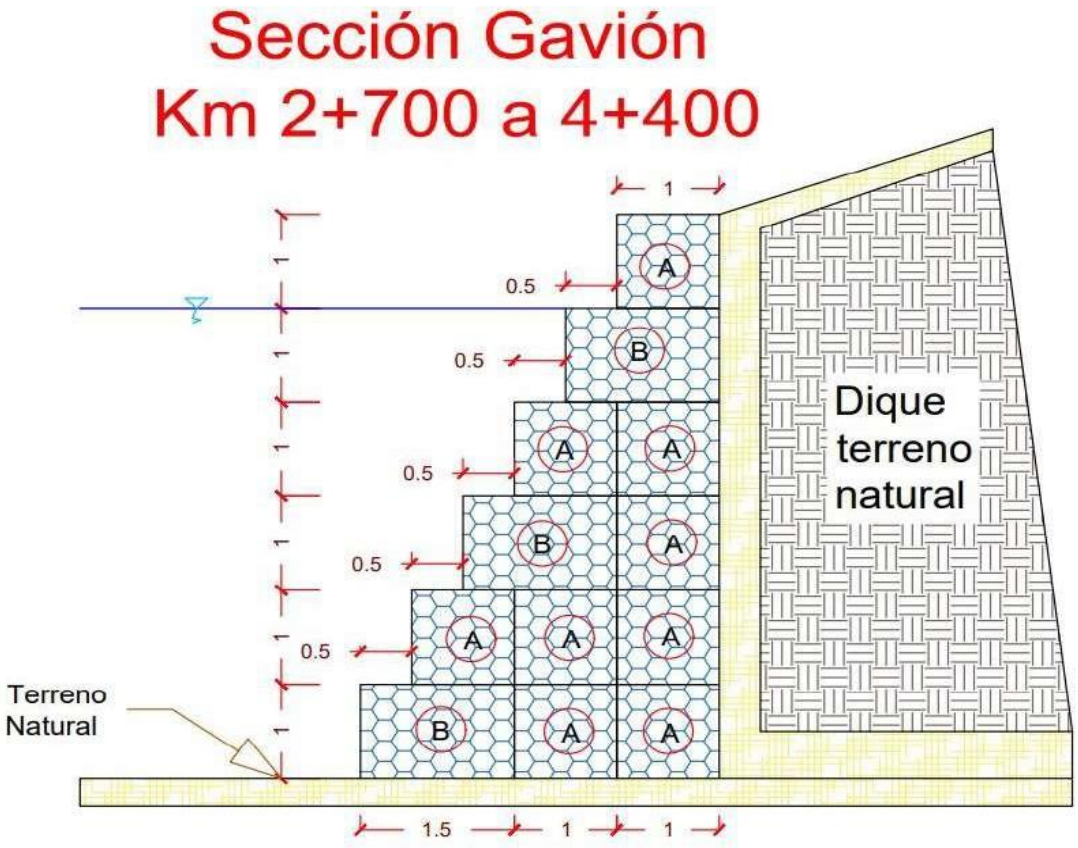
5.3.4 Tipo gavión

Figura 96. Diseño gavión sección Km 0+00 a 1+280



Fuente: elaboración propia (2023)

Figura 97. Diseño gavión sección Km 2+700 a 4+400



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 98. Diseño gavión sección Km 6+200 a 7+600

Fuente: elaboración propia

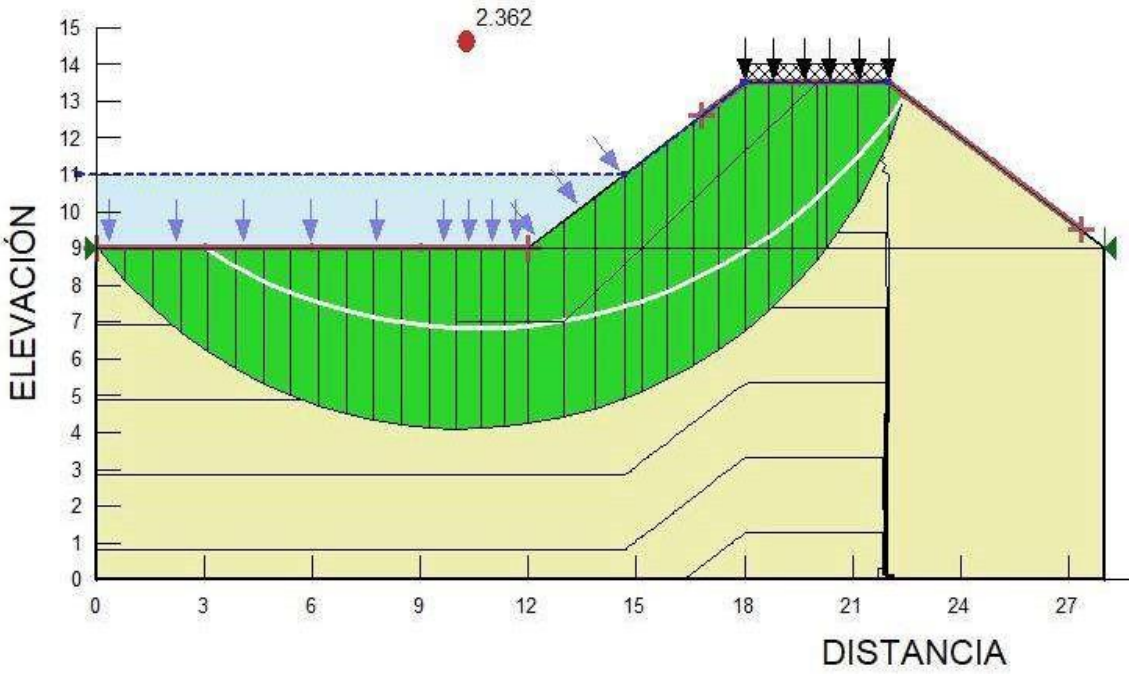
Figura 99. Diseño gavión sección Km 8+500 a 9+100

Fuente: elaboración propia (2023)

5.4 Análisis estructural

5.4.1 Análisis tipo enrocado

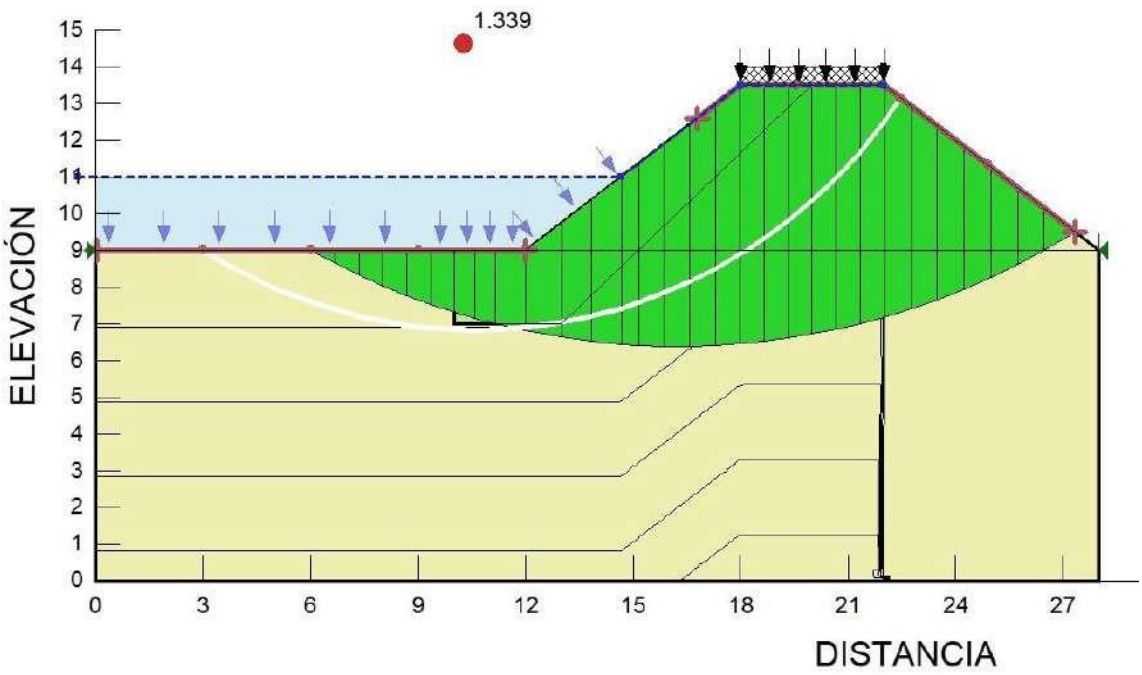
Figura 100. Talud de enrocado análisis estático



Fuente: elaboración propia (2023)

Obtenemos un factor de seguridad 2.362, resultando estable para el análisis estructural que es mayor al factor de seguridad de 1.5 que sugiere la norma

Figura 101. Talud de enrocado análisis dinámico

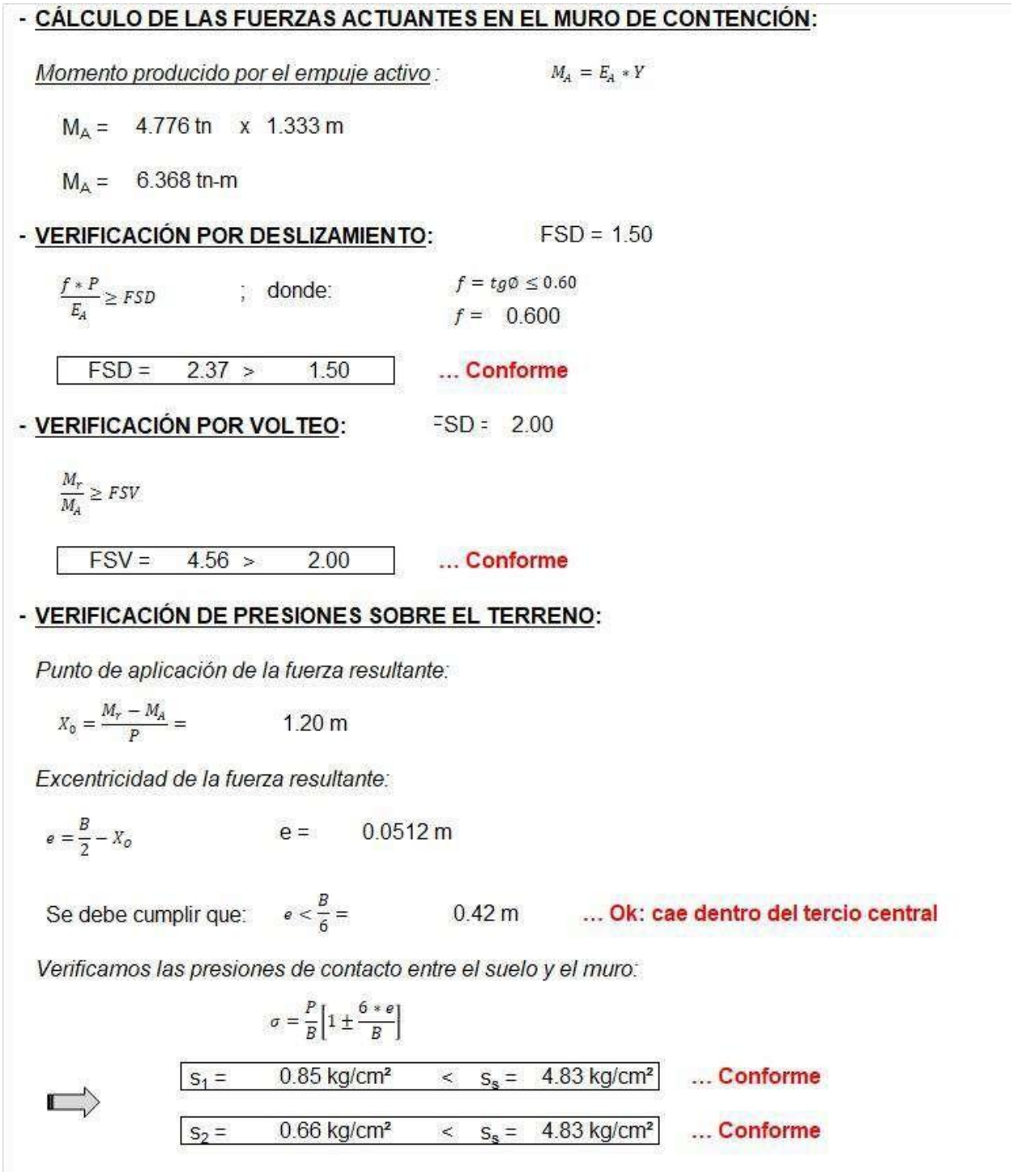


Fuente: elaboración propia (2023)

En esta imagen sometemos a la estructura a movimientos sísmicos en el eje X 0.3 y en el eje Y 0.2, con lo cual obtenemos la estabilidad del talud de 1.339, el cual nos indica que el talud es estable, siendo mayor a dato de 1.1 que sugiere la norma para la estabilidad del talud, en un análisis dinámico

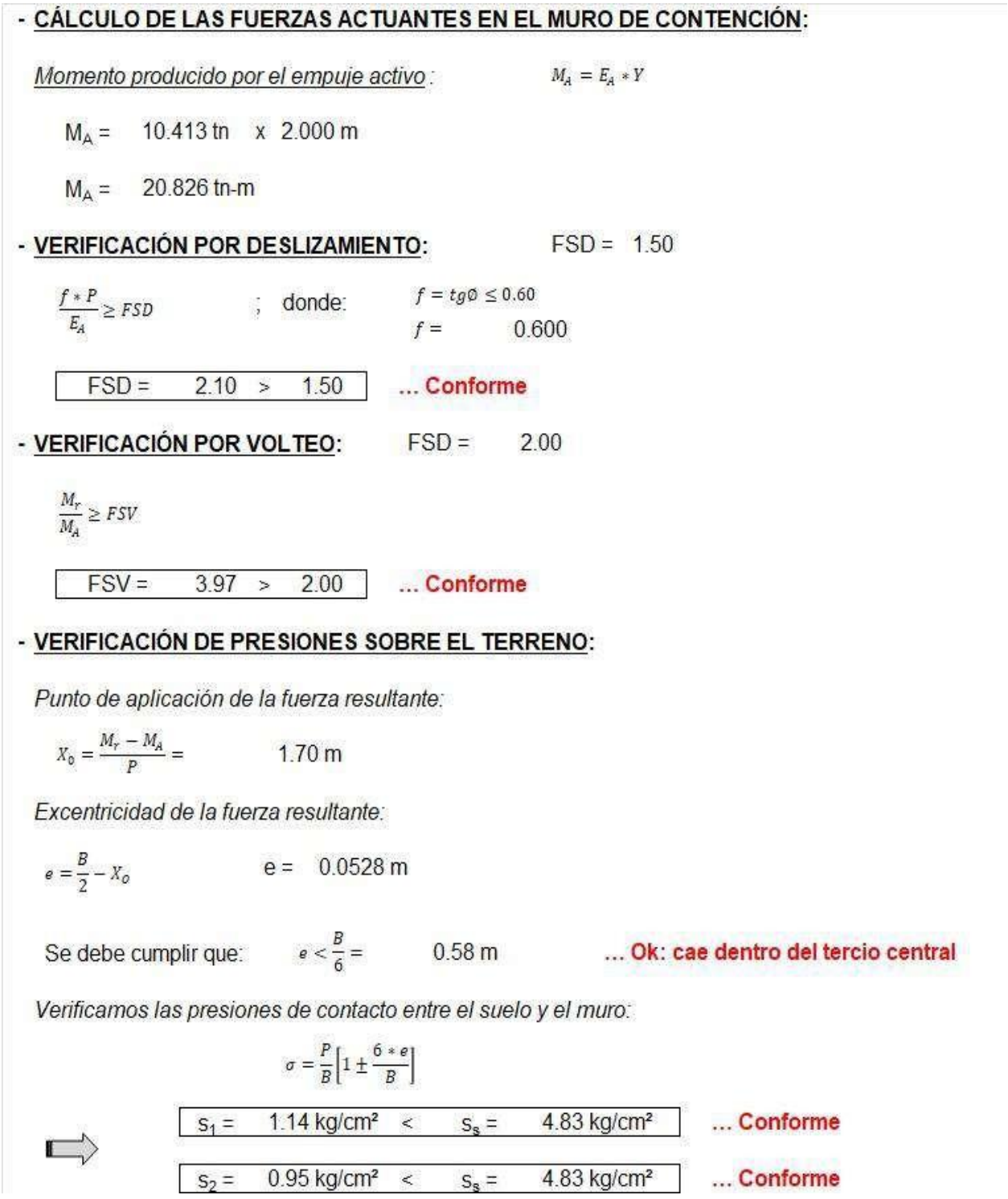
5.4.2 Análisis estructural tipo gavión

Figura 102. Análisis gavión sección Km 0.00 a 1+280



Fuente: elaboración propia

Figura 103. Análisis gavión sección Km 2+700 a 4+400



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 104. Análisis gavión sección Km 6+200 a 7+600

- **CÁLCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE CONTENCIÓN:**

Momento producido por el empuje activo : $M_A = E_A * Y$

M_A = 2.686 tn x 1.000 m

M_A = 2.686 tn-m

- **VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO:** FSD = 1.50

$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$; donde: $f = tg\emptyset \leq 0.60$

f = 0.600

FSD = 2.71 > 1.50	... Conforme

- **VERIFICACIÓN POR VOLTEO:** FSD = 2.00

$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$

FSV = 5.40 > 2.00	... Conforme

- **VERIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO:**

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P}$ = 0.97 m

Excentricidad de la fuerza resultante:

$e = \frac{B}{2} - X_o$ e = 0.0267 m

Se debe cumplir que: $e < \frac{B}{6}$ = 0.33 m ... **Ok: cae dentro del tercio central**

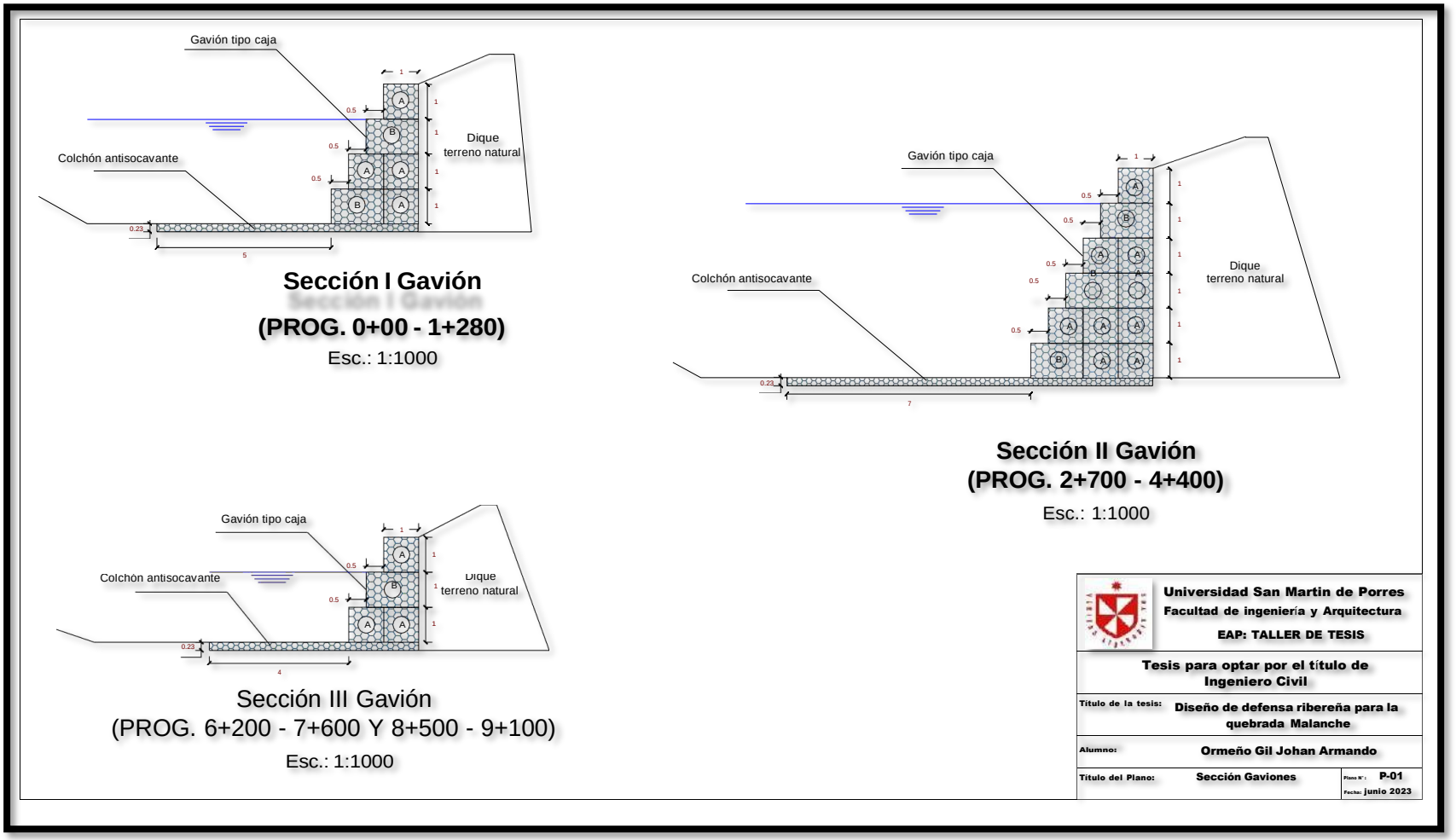
Verificamos las presiones de contacto entre el suelo y el muro:

$$\sigma = \frac{P}{B}\left[1 \pm \frac{6 * e}{B}\right]$$

s_1 = 0.66 kg/cm² < s_s = 4.83 kg/cm²	... Conforme
s_2 = 0.56 kg/cm² < s_s = 4.83 kg/cm²	... Conforme

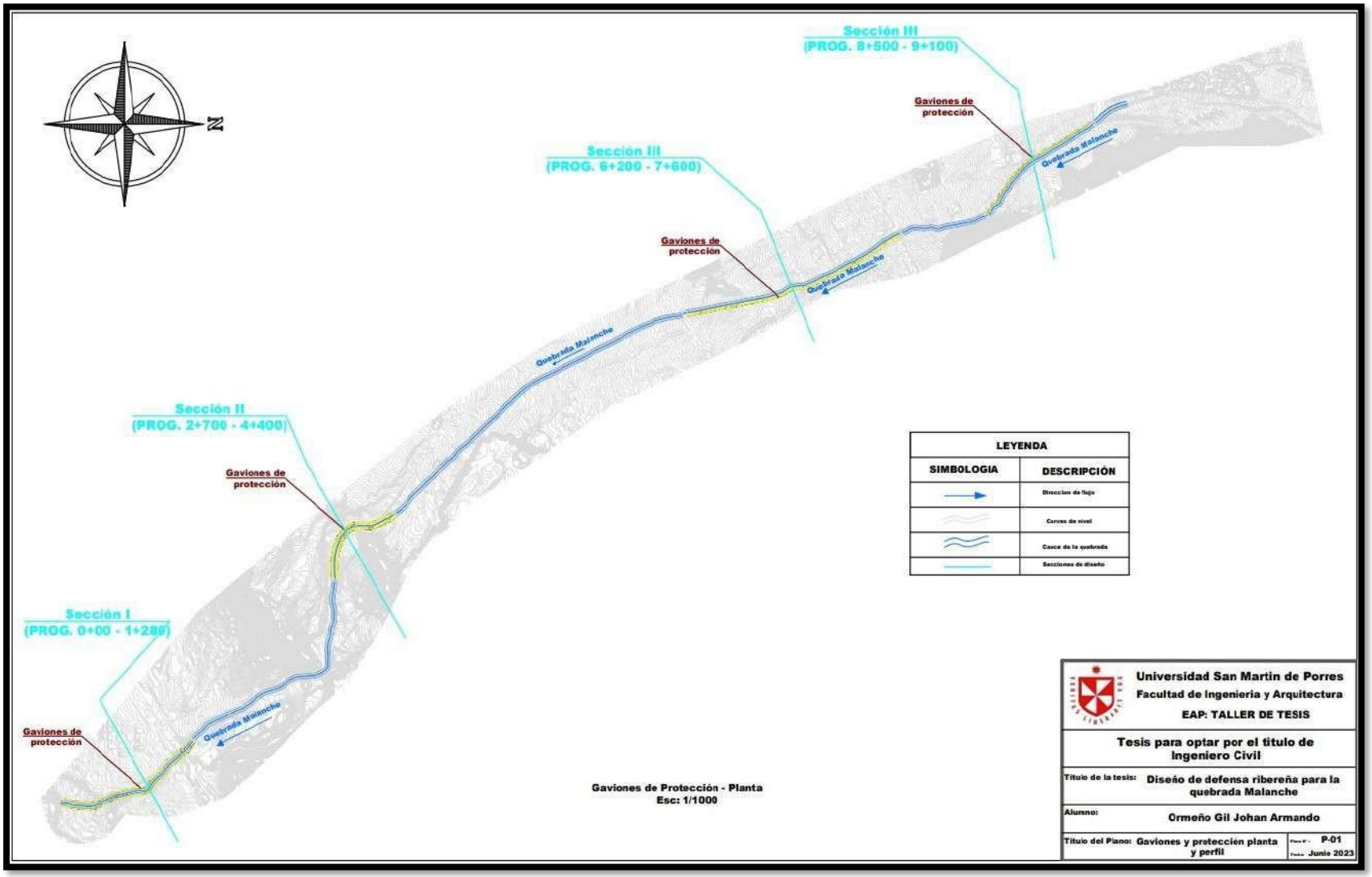
Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 105. Sección quebrada Malanche



Fuente: elaboración propia (2023)

Figura 106. Planta quebrada Malanche



Fuente: Elaboración propia (2023)

CAPITULO VI DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de Hipótesis

6.1.1 HG: evaluación de la alternativa más eficiente

El diseño de defensas ribereñas permite evaluar la alternativa más eficiente para el encauzamiento y mitigación de desastres en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa, en contrastación con los resultados obtenidos señalando que es una hipótesis acertada, ya el diseño de defensas ribereña permite l

a evaluación de la alternativa de tipo de defensa ribereña más eficiente para la quebrada Malanche.

Tabla 47. Discusión Hipótesis general

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
El diseño de defensas ribereñas permite evaluar la alternativa mas eficiente para el encauzamiento y mitigación de desastres en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa	Estudios de ingeniera	La investigación permitió evaluar el tipo de defensa ribereña mas eficiente para el encauzamiento de la quebrada, comparando dos tipos de sistema de protección, siendo el tipo enrocado y tipo gavión, mediante los análisis estático y dinámico de las estructuras.	La hipótesis general (HG) es válida, ya que el diseño de defensa ribereña permitió evaluar la alternativa mas eficiente para el encauzamiento de la quebrada malanche.

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.1.2 Hipótesis especificas H1: estudio hidrológico

El estudio hidrológico permite determinar el caudal de diseño que se genera en la quebrada Malanche, en contestación con los resultados el estudio hidrológico permitió evaluar los datos pluviométricos que posteriormente son datos determinantes para el cálculo del caudal de diseño, siendo esta hipótesis acertada.

Tabla 48. Discusión hipótesis especifica 1

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
El estudio hidrológico determina un caudal de diseño mayor a 70 m3/s en la quebrada Malanche	Estudios de ingeniera	El estudio hidrológico determino un caudal de diseño de 113.1 m3/s para un Tr de 100 años, así también determino las áreas de inundación y desborde que se producirían si se tiene un evento de estas características en la quebrada.	La hipótesis especifica 1 (H1) es válida, ya que el estudio hidrológico permitió determinar el caudal de diseño siendo mayor a 100 m3/s. Sin embargo también se debería tomar en cuenta que con el dato de caudal de diseño podemos hacer simulaciones y determinar el comportamiento en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.1.3 Hipótesis especificas H2: estudio topográfico

Estudio topográfico determina una pendiente mayor al 3% influyendo directamente en la velocidad y problemas de erosión y socavación de la quebrada malanche, en contrastación con los resultados, el estudio topográfico influyo en la recolección de datos del suelo y geomorfología, hallando una pendiente de 3.5% promedio para el trayecto de los 10km de la quebrada malanche, siendo esta hipótesis no acertada.

Tabla 49. Discusión hipótesis especifica 2

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Estudio topográfico determina una pendiente mayor al 3% influyendo directamente en la velocidad y problemas de erosión y socavación de la quebrada malanche	Estudios de ingeniera	El estudio topográfico determino una pendiente de 3.5%, catalogándola de una pendiente ligeramente elevada para este tipo de quebradas, generando altas velocidades que indicen en los problemas de erosión y socavación de la quebrada malanche	La hipótesis especifica 2 (H2) es válida, ya que la pendiente afecta directamente a la velocidad del flujo de agua, incidiendo en los fenómenos de erosión y socavación

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.1.4 Hipótesis especificas H3: sección estable del cauce

La sección estable del cauce es superior 10m siendo el sistema de enrocado la alternativa más eficiente para el diseño de defensa ribereña, en contrastación con los resultados obtenidos, siendo la sección del cauce de diseño 36m, siendo este mismo resultado para los dos tipos de defensa ribereñas diseñadas.

Tabla 50. Discusión hipótesis especifica 3

Hipótesis planteada	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
La sección estable del cauce es superior a 10m siendo el sistema de enrocado la alternativa más eficiente para el diseño de defensa ribereña	Estudios de ingeniera	La sección estable del cauce es de 36m, cumpliendo con los parámetros de diseño de cuatro formulas realizadas, las cuales toman en cuenta el caudal de diseño para este tipo de estructuras de defensas, teniendo como resultado mas eficiente el sistema de gaviones	La hipótesis especifica 3 (H3) es valida, ya que se determino un cauce mayor a 10m. Sin embargo se tuvo como resultado el diseño tipo gavión ya que reúne las características para la eficiencia en el desempeño de protección de los márgenes de la quebrada

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.1.5 Hipótesis especificas H4: análisis estructural

El análisis estructural se determinó que la estructura tipo enrocado soporta cargas de compresión y deformación sin perder sus características, en contratación con los resultados, se obtuvo que los dos tipos de estructura que es el enrocado y gaviones, presentados en la investigación cumplen con el análisis estático y dinámico, a su vez se adaptan a las características de diseño de la quebrada, siendo estas dos alternativas viables para el diseño de defensa ribereña de la quebrada Malanche.

Tabla 51. Discusión hipótesis especifica 4

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.2 Contrastación de Antecedentes

6.2.1 Antecedentes Internacionales

El análisis estructural influye en la eficiencia de la estructura que se utilizara como defensa ribereña, cumpliendo estas estructuras con los análisis de estabilidad. Cagua N. realiza el diseño de un muro de gaviones, teniendo como resultados que los gaviones presentan una resistencia y flexibilidad en el análisis estructural, cumpliendo con los factores de seguridad requeridos, se recomendó un colchón anti-socavación de 2.00m x 0.50 de espesor, para un tirante de 3.3m.

Este estudio estructural comparado con nuestra tesis corresponde con los cálculos de estabilidad y deslizamiento que resulta estable para el caso de este tipo de defensas ribereñas, por lo contrario, solo se basa en el cálculo del número de froude > 1 para el cálculo de la longitud de colchón anti-socavación, que desempeña una vital importancia en la estabilidad del gavión. Se considera que debe tener en cuenta la velocidad del flujo para determinar la altura de socavación.

Carrascal M. presenta un estudio comparando la resistencia de muro de gaviones y muro de gaviones con material reciclado, resultando que el muro de gaviones obtiene factores de seguridad aceptables en el análisis estático.

Tabla 52. Discusión de antecedentes internacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Carrascal M. (2020), en su investigación Determinación de la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo RCD en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (gaviones), Colombia	Estudios de ingeniera y laboratorio	Se determino que la estructura tipo gavión cumple con los requerimientos de seguridad en el diseño estático y dinámico, cumpliendo con los factores de seguridad para alturas de 6 metros, siendo la mejor alternativa para la protección de los márgenes de la quebrada malanche	Los resultados coinciden con los resultados de este estudio, argumentando que el sistema tipo gavión presenta resultados eficientes para los análisis estructurales.

Fuente: Elaboración propia (2023)

Comparando este estudio con nuestra investigación, consideramos que el muro de gaviones presenta eficientes factores en los análisis estáticos, pero consideramos a la vez que se debe someter a la estructura a un análisis dinámico, considerando fuerzas de sismo para obtener un mejor diseño geométrico de la estructura.

Ayala L. presentan una investigación comparando las estructuras de gaviones con estructuras de material reciclado, concluyendo que las estructuras de gaviones presentan un comportamiento eficiente en el modelamiento físico construido.

Comparado a este estudio, coincidimos que los gaviones presentan un comportamiento eficiente a someterlos a cargas estáticas, consideramos que también este debe ser analizado para las cargas de excentricidad como se realizó en este estudio.

Maccaferri en su informe de defensa ribereñas menciona que los gaviones tipo caja presentan una alternativa se viabilidad técnica y funcional para la protección de quebradas.

Comparado a esta investigación, coincidimos en que las estructuras tipo gavión presentan un comportamiento eficaz en los análisis de estabilidad sometidos.

Contreras J. en su investigación concluye que la estructura tipo gavión es la mas adecuada para la protección, teniendo ventajas sobre un menor tiempo de ejecución y menor presupuesto frente a otras estructuras.

Comparado con esta investigación, coincidimos que el tipo gavión es la estructura más eficaz para el encausamiento, no obstante, consideramos que una alternativa eficaz de igual forma es la estructura tipo enrocado, que genera estabilidad y protección adecuada para el encauzamiento.

Tabla 53. Discusión Antecedentes Internacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Cagua N. (2021), en su investigación Diseño de 100 metros de muro de gaviones en la margen derecha del Río vinces comprendido entre las abscisas 0.683-0.783 de la Vía Banepo, ubicado en la Parroquia Balzar de Vinces, Cantón Vinces, Provincia de Los Ríos	Estudios de ingeniera y laboratorio	Se determino que las dimensiones de la estructura tipo gavión adecuada para un caudal de 113.01 m3/s y un tirante de 3.8m, es de 6 metros de altura y base 3.5 metros, con gaviones tipo caja de 1.5 m y 1.00 m de ancho.	Los resultados coinciden con los resultados de este estudio, ya que se determinaron medidas de gaviones que soportan las cargas por deslizamiento y volteo.

Fuente: Elaboración propia (2023)

6.2.2 Antecedentes Nacionales

Camacho V. propuso el diseño de un muro de defensa ribereña, de un muro de concreto armado y gaviones, concluyendo que el sistema de gaviones es la alternativa más eficiente al diseñar estructuras de encauzamiento, ya que tienen una ratio de costo / beneficio mayor al de concreto armado.

Comparado con nuestra tesis, señalamos que la estructura tipo gavión presenta eficaz comportamiento en el análisis estático y dinámico, pero faltaría hacer el cálculo de una estructura anti-socavación ya que el rio presenta velocidades superiores a 4 m/s, provocando erosión y socavación en la estructura.

Chávez M. en su investigación propone el uso de gaviones, teniendo como resultado una altura de 5m con una base de 3m es apropiada para el encauzamiento del rio.

Comparado con nuestra investigación, coincidimos que los cálculos para el análisis de estabilidad y deslizamiento son los apropiados para el diseño, coincidiendo en la fórmula para utilizar el diseño del colchón de anti-socavación, que tiene en cuenta la velocidad del rio.

Farroñay P. en su investigación hace la comparación de muros de gaviones y concreto ciclópeo, concluyendo que el sistema de defensa ribereñas con gaviones tiene un eficaz comportamiento para los análisis de volcamiento y deslizamiento, utilizando gaviones de 1.5m de altura y 1m de ancho.

Comparado con nuestra investigación, se coindice que el muro que gavión tiene un buen comportamiento al someterlos a cargas estáticas, pero consideramos que para el cálculo se deben utilizar medidas de gaviones estándares comercialmente, siendo de 0.5m y 1m de altura los más comercializados, para la correcta adquisición de estos materiales.

Tabla 54. Discusión de antecedentes nacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES	Métodos aplicados	Resultados obtenidos	Observaciones
Farroñay P. (2018) en su investigación Propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del Río Rímac en los kilómetros 34-35 Lurigancho Chosica	Estudios de ingeniera y laboratorio	Se determino utilizar dimensiones de gaviones comerciales para el diseño de este tipo de estructuras que varían de 1.00 m a 1.50m de ancho, generando facilidad y flexibilidad en la adquisición y construcción de este tipo de estructuras	Los resultados guardan relación con los resultados obtenidos en esta investigación, sin embargo se recomienda diseñar este tipo de estructuras con mallas comercializadas ya que se dificulta la adquisición de este tipo de dimensiones obtenerlas en el mercado.

Fuente: Elaboración propia (2023)

Chong G. y Silva V. en su investigación donde analizan la influencia de la defensa ribereña, concluyen que la defensa ribereña tipo enrocado es la más apropiada para el encauzamiento obteniendo un tirante de 1.1 con factor de seguridad de 2.

Comparado con nuestra investigación, se concluye que el tipo de defensa ribereña enrocado presenta factores de seguridad positivos en los análisis de estabilidad, pero se podría analizar de igual forma teniendo los datos hidráulicos para los diseños de otras defensas ribereñas y así poder compararlas.

Alvites B. en su investigación que realiza el proceso constructivo de defensa ribereña tipo enrocado, concluyendo que la defensa ribereña tipo enrocado tiene una eficacia en el proceso constructivo señalando que su aplicación con maquinarias genera mayor costo / beneficio.

Comparado con nuestra investigación, coincidimos que la defensa tipo enrocado tiene un buen comportamiento en el proceso de análisis de diseño, por otro lado, se señala que este proceso de construcción y verificación de costo/ beneficio podría darse para los otros tipos de defensa ribereña.

Tabla 55. Discusión Antecedentes Internacionales

Fuente: Elaboración propia (2023)

CONCLUSIONES

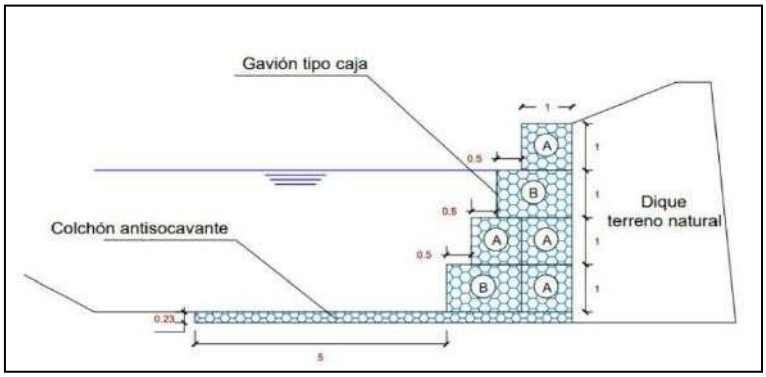
1. En la presente investigación se logró desarrollar el análisis y diseño de defensa ribereña para poder mitigar los desastres ocurridos en la Quebrada Malanche; así mismo se determinó las áreas de inundación que demuestran la necesidad de una estructura para la protección de los márgenes de la quebrada.
2. El estudio hidrológico determinó un caudal de diseño de 113.01 m/s para un periodo de diseño de Tr 100 años, que demuestra que la sección actual del cauce no está en condiciones para soportar este tipo de caudales.

3. El estudio topográfico determinó el tipo de suelo y propiedades geomorfológicas de la quebrada, obteniendo una pendiente de 3.5%, determinando que la quebrada tiene una pendiente elevada, que incrementan las velocidades del flujo, provocando la erosión y socavación en la quebrada malanche. La ubicación de las áreas por proteger se detalla en el siguiente cuadro.
4. La sección estable del cauce es de 36 metros de ancho, demostrando que la sección en los tramos 0 + 00km a 0 + 200 km es muy reducido provocando el desbordamiento e inundaciones.
5. El análisis estructural del diseño de defensa ribereña; se definió analizando dos tipos: las sometidas a estabilidad de deslizamiento con FSD > 1.5 y volteo con FSD > 2.00, determinando que la defensa ribereña tipo gavión es la más apropiada para el encauzamiento cumpliendo con los factores de seguridad para la quebrada Malanche.

Progresión	Estabilidad al deslizamiento	Estabilidad al volteo	Estabilidad al asentamiento
0+00 - 1+ 280	2.37 > 1.5	4.56 > 2.00	0.85 < 4.83
2+700 - 4+400	2.1 > 1.5	3.97 > 2.00	1.14 < 4.83
6+200 - 7+600	2.71 > 1.5	5.4 > 2.00	0.66 < 4.83
8+500 - 9+100	2.71 > 1.5	5.4 > 2.00	0.66 < 4.83

6. Se realizo el diseño de las secciones de gaviones, teniendo en cuenta las medidas comerciales como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Sección I



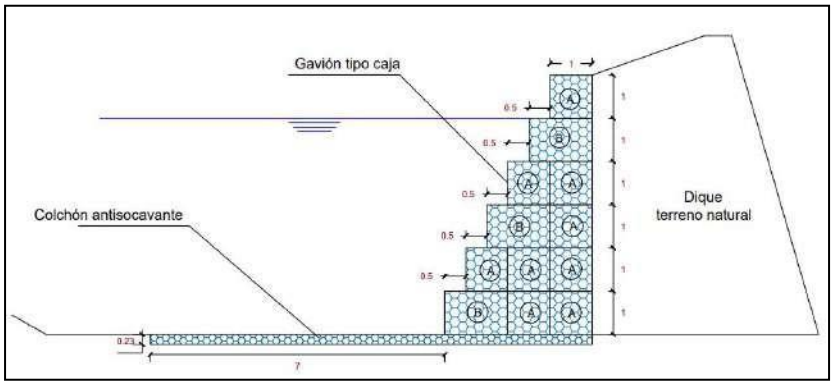
Las dimensiones de los gaviones son:

4 gavión tipo caja 2.0 x 1.0 x 1.0 m

2 gavión tipo caja 2.0 x 1.0 x 1.5 m

1 gavión tipo colchón 2.0 x 5.0 x 0.23 m

Sección II



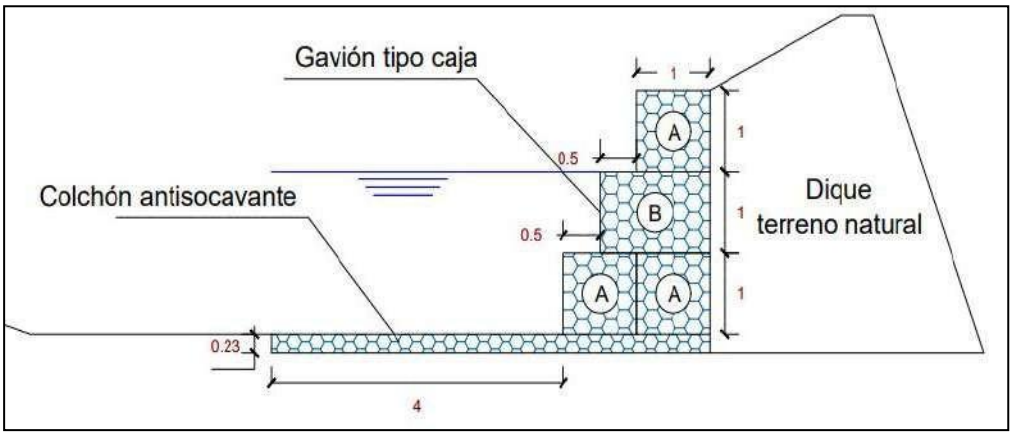
Las dimensiones de los gaviones son:

9 gavión tipo caja 2.0 x 1.0 x 1.0 m

3 gavión tipo caja 2.0 x 1.0 x 1.5 m

1 gavión tipo colchón 2.0 x 7.0 x 0.23 m

Sección III



Las dimensiones de los gaviones son:

3 gavión tipo caja 2.0 x 1.0 x 1.0 m

1 gavión tipo caja 2.0 x 1.0 x 1.5 m

1 gavión tipo colchón 2.0 x 4.0 x 0.23 m

RECOMENDACIONES

- Determinar un análisis de socavación de suelos, para así poder preparar a la estructura frente a fenómenos de erosión y socavación, que originarían grandes daños a la estructura construida.
- Realizar un análisis estructural sometiendo a la estructura a cargas por sedimentación, teniendo un análisis previo de este estudio para determinar el comportamiento de la estructura frente a estas fuerzas actuantes.
- Instalar estaciones pluviométricas que faciliten el estudio hidrológico, para poder determinar puntos críticos de inundación con la finalidad de diseñar defensas ribereñas y drenajes pluviales.
- Realizar un estudio de suelos a una mayor profundidad de excavación para poder conocer el nivel freático de la quebrada, teniendo en cuenta que las

calicatas que se hicieron para el estudio de esta investigación fueron de 1.50m, no encontrándose aun con el nivel freático.

- Utilizar nuevas tecnologías para el diseño de defensas ribereñas que faciliten los cálculos de diseño en estas estructuras.
- Proponer al gobierno municipal desarrollar planes de evacuación para las áreas de vulnerabilidad por inundación, que permitan la protección de estos habitantes que se encuentran en el área de peligro por desbordamiento.

Fuentes de información

Alvites J., Parco D. (2018). Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de CPPQ S.A. en Naña [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de UPC http://hdl.handle.net/10757/624553

Andina. Agencia Peruana de Noticias (13 de marzo 2009). Desborde de un sector del río Chillón causó aniego en calles y avenidas de San Diego https://andina.pe/agencia/noticia-desborde-un-sector-del-rio-chillon-causo-aniego-calles-y-avenidas-san-diego-222808.aspx

Autoridad Nacional del Agua (2023). Análisis de datos y recursos estadísticos del Agua https://snirh.ana.gob.pe/ANDREA/Inicio.aspx

Bateman A. (2007) Hidrología Básica y Aplicada **https://www.upct.es/~minaeees/hidrologia.pdf**

Braja D. (2001). Fundamentos de ingeniería Geotécnica. (4ta ed.). CENGAGE

Cagua N., Erazo E. (2021). Diseño de 100 metros de muro de gaviones en la margen derecha del río Vinces comprendido entre las abscisas 0+683-0+783 de la vía Banepo, ubicado en la parroquia Balzar de Vinces, cantón Vinces, provincia de los Ríos [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil] Repositorio académico de UG http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52963

Camacho V. y De La Cruz M. (2021). Propuesta de diseño de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD en el Rio Rímac este Monti, Chosica. [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico de la UPC https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658731?locale-attribute=es

Carrascal M., Martelo O. (2020). Determinación de la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo RCD en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (gaviones) [Tesis de Grado, Universidad de Cartagena]. Repositorio académico de Universidad de Cartagena https://hdl.handle.net/11227/13511

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2022). Escenario de riesgo por superávit de lluvias para enero a marzo 2023 https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14597_escenarios-de-

riesgo-ante-la-temporada-de-lluvias-2022-2023-periodo-enero-marzo-2023-basado-en-el-informe-tecnico-n010-2022senamhi-dma-spc-pe.pdf

Chávez C. (2021). Diseño de defensa ribereña con gaviones, ambas márgenes del Rio Tamborapa tramo ll, que limita Jaen – San Ignacio; región Cajamarca. [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo] Repositorio académico de la UCV https://hdl.handle.net/20.500.12692/86112

Chereque, M. (1984). Hidrología para estudiantes de ingeniería Civil. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/hidrologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chong D. (2017). Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento en las zonas vulnerables de la quebrada Lupín, Huarmey - Ancash [Tesis de Grado, Universidad San Martin de Porres]. Repositorio académico de la USMP https://hdl.handle.net/20.500.12727/4489

Chow, V., Maidment, D. & Mays, L. (1994). *Hidrología aplicada.* https://mega.nz/file/LF5AVS6R#DsZ9AJYjLMZhEMOBRJIAKsA_QSZ9hUBIjv94OnU2s4

Corporación Británica de Radiodifusión (01 de abril 2017). La desesperada búsqueda de sobrevivientes después del deslave que dejó más de 250 muertos y centenares

de heridos en Mocoa, en el sur de Colombia https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39469095

Farroñay P. (2017). Propuesta de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del Río Rímac en los kilómetros 34-35 Lurigancho-Chosica [Tesis de Grado, Universidad San Martin de Porres]. Repositorio académico de la USMP https://hdl.handle.net/20.500.12727/3365

Gerscovich D. (2017). Estabilidad de taludes https://bibliotecauptcsogamoso.wordpress.com/2017/11/22/estabilidad-de-taludes/

Gestión (22 de mayo 2018). Eventos climáticos como el Niño Costero generan pérdidas cercanas a los US$ 4,800 millones https://gestion.pe/economia/eventos-climaticos-nino-costero-generan-perdidas-cercanas-us-4-800-millones-234209-noticia/

Gonzalo L. (2002). ingeniería Geológica. Person .https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5540850/mod_resource/content/1/Livro%202.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil (14 de abril 2023). Lluvias intensas en el departamento de Lima (DEE) https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2023/04/INFORME-DE-EMERGENCIA-N%C2%BA-1160-

14ABR2023-LLUVIAS-INTENSAS-EN-EL-DEPARTAMENTO-DE-LIMA-28-DEE.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). Compendio estadístico Provincia de Lima 2019 https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf

Lazo L. (23 de marzo 2023). *Exposición y solución "Defensas ribereñas en los ríos del Perú"* [Video]. YouTube. https://youtu.be/-Nxp4NEgVzY

Maccaferri (2017) Defensas ribereñas y Obras Transversales https://www.maccaferri.com/pe/soluciones_dt/?gclid=CjwKCAjwkLCkBhA9EiwAka9QRjopkZXXb6Anz9mZB5rAcO20bzTSthf_XJERAyPCyzPpkoqpbw2RoCNwcQAvD_BwE

Martínez Santos, P. (2018). Hidrogeología: principios y aplicaciones. McGraw-Hill. https://elibro.net/es/lc/bibliotecafmh/titulos/50351

Mejía J. (2006). Hidrología Aplicada https://drive.google.com/file/d/1RecpP_l50ADl71M0Gn4P_MW8LkEtT5Kv/view?fbclid=IwAR3RYKWDDS1HaG2o_VMxTQAJ0k5HOE6FDAnyZJ0W-O4GJw8QfJCeJolx-Yg

Ministerio de Agricultura y Riego (2019). Adecuación del software en la administración publica **https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/462631/informe-tecnico08-2019-minagri-sg-oti-mpp.pdf**

Ministerio de Agricultura. Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales. (s.f). *Diseño de defensas ribereñas* **http://www.irhperu.com/uploads/1/6/1/1/16115296/programa_river_diseo_de_obras_hidrulicas.pdf**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje **http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual ensayo de materiales. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2014). *Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14.* https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018). Resolución Ministerial 346-2018-VIVIENDA del 12 de octubre de 2018. Por lo cual se aprueba la Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. **https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/206211/RM_346-2018-vivienda.pdf**

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2019). Resolución Ministerial 043-2019-VIVIENDA del 11 de febrero de 2019. Por lo cual modifica los artículos 11, 12, 16 y 27 de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf

Olortegui F.L. (08 de abril 2022). *Muros de contención, defensas ribereñas y sistemas para prevenir la erosión aplicados en la zona oriente del Perú*. [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=sFgthmae3nc

Revista Construir (30 de mayo 2018). De 192 intervenciones para prevenir desastres naturales el 87% solo es limpieza de ríos http://construir.com.pe/de-192-intervenciones-para-prevenir-desastres-naturales-el-87-solo-es-limpieza-de-rios/

Sánchez F. (2017). Cálculo de la precipitación media sobre la península de la guajira usando el método Thiessen https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16671/SanchezForeroNeeckYeins2017.pdf?sequence=1

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2023). Datos Hidrometereológicos a nivel nacional https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones

Soto J. (2018). Presupuesto para muro en gavión a gravedad para protección de la ribera del río Magdalena en el corregimiento de Puerto Bogotá, municipio de Guaduas, Cundinamarca. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia] Repositorio académico de la UCC http://hdl.handle.net/10983/16402

Troncoso J. (1992). Fundamentos de Ingeniería geotécnica antisísmica https://www.scribd.com/document/163551992/Troncoso-J-Fundamentos-de-Ingenieria-Geotecnica-Antisismica

ANEXOS

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA
2. Estudio Topográfico
3. Extracción de suelos (calicatas)
4. Laboratorio clasificación SUCS
5. Ensayo clasificación de suelos
6. Curva granulométrica
7. Ensayo corte directo
8. Estudio Hidrológico
9. Datos pluviométricos Langa
10. Datos pluviométricos San Lázaro
11. Datos pluviométricos Santiago de Tuna
12. Sección del Cauce
13. Simulación de inundación
14. Planos Secciones

ANEXO N° 1 Matriz de Consistencia

USMP | Facultad de Ingeniería y Arquitectura

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de Tesis: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS PARA EL ENCAUZAMIENTO Y MITIGACIÓN DE LOS DESASTRES EN LA QUEBRADA MALANCHE UBICADO EN EL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

Elaborado por: Ormeño Gil Johan Armando

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Metodología
Problema General	**Objetivo General**	**Hipótesis General**	**Variable Independiente**		datos pluviales	**Diseño**
¿Cuál será la influencia del diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa Provincia y Departamento de Lima?	Proponer el analisis y diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de punta hermosa	El diseño de defensas ribereñas permite evaluar la alternativa mas eficiente para el encauzamiento y mitigación de desastres en la Quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa	**X**: Diseño de defensa ribereña	Estudio hidrológico Estudio topográfico sección estable del cauce Análisis estructural	ensayo granulometría área y perímetro de cuenca diseño de defensas ribereñas análisis estático y dinámico capacidad portante caudal de diseño	**Tipo de investigación:** Cuantitativa **Nivel de Investigación** Aplicada **Diseño de Investigación** Diseño No Experimental
Problema Específicos	**Objetivo Específicos**	**Hipótesis Específicos**	**Variable Dependiente**		factor de seguridad	**Muestra**
¿Cómo influye el Estudio Topográfico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?	Desarrollar el estudio Topográfico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa	Estudio topográfico determina una pendiente mayor al 3% influyendo directamente en la velocidad que conlleva a problemas de erosión y socavación de la quebrada malanche	Y: Encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la quebrada malanche	zonas vulnerables y zonas afectadas	infraestructura Zonas vulnerables vulnerabilidad física vulnerabilidad económica	La muestra de estudio está definida por los 6km de longitud de la quebrada Malanche, que ocupa un área de 60km2, que pasa por las comunidades de Santa Rosa, Pampa pacta y balnearios de Punta Hermosa
¿Cómo influye el Estudio Hidrológico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?	Desarrollar el estudio Hidrológico en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa	El estudio hidrológico determina un caudal de diseño mayor a 70 m3/s en la quebrada Malanche				**Instrumentos** Datos hídricos de 4 estaciones pluviométricas desde el año 1963 hasta el 2018 con la unidad (mm) obtenidos del ANA y SENAMHI.A la vez con la ayuda de un vuelo dron, se hará un estudio de fotogrametría, y con la ayuda de 6 calicatas para proceder a los ensayos correspondientes para conocer la estructura del suelo estudiado
¿Cuál es la influencia de la sección estable del cauce en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?	Determinar la sección estable del cauce en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa	La sección estable del cauce es superior a 10m siendo el sistema de enrocado la alternativa más eficiente para el diseño de defensa ribereña				**Procedimiento** 1. Se procesaran los datos pluviométricos con métodos de Thiessen e isoyetas para obtener precipitaciones máximas y con ello calcular los periodos de retorno. 2.Se elaborara la geomorfología del sitio para determinar el cauce principal y dirección del caudal 3. Se realiza el modelamiento y simulación con ayuda de los programas RIVER Y HEC-RAS 4. Se realiza el análisis estático y dinámico de la estructura con ayuda del programa GeoStudio y formulas de estabilidad de talud
¿Cuál es la influencia del Análisis estructural en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa?	Desarrollar el Análisis estructural en el diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres ocasionados en la Quebrada Malanche en el distrito de Punta Hermosa	El análisis estructural se determinó que la estructura tipo enrocado soporta cargas de compresión y deformación sin perder sus características				

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Extracción suelos (calicatas)

C-1

C-2

C-3

Quebrada
Malanche
Punta Hermosa
01/09/23
C-3

C-4

Quebrada
Malanche
Punta Hermosa
01/09/23
C-4

C-5

C-6

Laboratorio clasificación SUCS

C-1

GEO PACÍFICO	REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)	Código	GEO-F04
		Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la Quebrada : Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Muestreado por :	Cliente
Solicitante	Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. L . V.
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Malanche, distrito de Punta Hermosa - Lima	Fecha de Muestreo:	25/04/2023
Supervisión	: ---		
Código de Muestra	: C-1	Profundidad Total:	0.00 - 1.50 m
		Norte:	8640121 m
		Este:	308570 m
		Cota:	---

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		Arena pobremente gradada con grava, color marrón claro, en condición parcialmente húmeda y de consistencia medianamente baja con presencia de grava con TM de 1 in.	M-1	SP	(2)

***** Fin de excavación *****

C-2

GEO PACÍFICO	REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)	Código	GEO-F04
		Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la Quebrada : Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Muestreado por :	Cliente
Solicitante	Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. L . V.
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Malanche, distrito de Punta Hermosa - Lima	Fecha de Muestreo:	25/04/2023
Supervisión	: ---		
Código de Muestra	: C-2	Profundidad Total:	0.00 - 1.50 m
		Norte:	8639348 m
		Este:	307096 m
		Cota:	---

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		Arena pobremente gradada con grava, color marrón claro, en condición parcialmente húmeda y de consistencia medianamente baja con presencia de grava con TM de 3/4 in.	M -1	SP	A-2-4 (1)

C-3

	REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)	Código	GEO-F04
		Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la Quebrada : Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Muestreado por :	Cliente
Solicitante	Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. L. V.
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Malanche, distrito de Punta Hermosa - Lima	Fecha de Muestreo:	25/04/2023
Supervisión	: ---		
Código de Muestra	: C-3	Profundidad Total:	0.00 - 1.50 m
		Norte:	8638820 m
		Este:	305487 m
		Cota:	---

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		Arena pobremente gradada con grava, color marrón claro, en condición parcialmente húmeda y de consistencia medianamente baja con presencia de grava con TM de 1 in.	M -1	SP	(2)

C-4

GEO PACÍFICO	REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)	Código	GEO-F04
		Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la Quebrada : Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Muestreado por :	Cliente
Solicitante	Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. L . V.
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Malanche, distrito de Punta Hermosa - Lima	Fecha de Muestreo:	25/04/2023
Supervisión	: ---		
Código de Muestra	: C-4	Profundidad Total:	0.00 - 1.50 m
		Norte:	8638100 m
		Este:	304240 m
		Cota:	---

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		Arena pobremente gradada con grava, color marrón claro, en condición parcialmente húmeda y de consistencia medianamente baja con presencia de grava con TM de 3/4 in.	M -1	SP	A-2-4 (1)

C-5

GEO PACÍFICO	REGISTRO ESTRATIGRÁFICO (CALICATAS Y TRINCHERAS)	Código	GEO-F04
		Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la Quebrada : Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Muestreado por :	Cliente
Solicitante	Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. L . V.
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Malanche, distrito de Punta Hermosa - Lima	Fecha de Muestreo:	25/04/2023
Supervisión	: ---		
Código de Muestra	: C-5	Profundidad Total:	0.00 - 1.50 m
		Norte:	8636902 m
		Este:	303203 m
		Cota:	---

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		Arena pobremente gradada con grava, color marrón claro, en condición parcialmente húmeda y de consistencia medianamente baja con presencia de grava con TM de 1 in.	M -1	SP	A-2-4 (1)

C-6

REGISTRO DE SONDAJES					
PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		Arena pobremente gradada con grava, color marrón claro, en condición parcialmente húmeda y de consistencia medianamente baja con presencia de grava con TM de 1 in.	M -1	SP	A-2-4 (1)

Ensayo clasificación de suelos

	FORMATO	Código	GEP-F02
GEO PACÍFICO	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	10-02-2023
		Página	de 1 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -001 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	25/04/2023
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 1	Norte:	8464550 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	615640 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	X-A
Peso de tara	162.08
Tara + m húmeda	1299.6
Tara + m seca	1265.7
Tamaño máx. de partículas	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability

Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
SI Unit Sieve Size	Alternative Sieve Size	Specimen Mass	Balance Readability (g)	Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-½ in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	¾ in.	250 g	1	2.5 kg	1
9.5 mm	⅜ in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

¿Tamizado compuesto?: SI

Procedimiento de obtención de muestra: "Secada al horno a 110 +/- 5°C"

Peso Inicial Seco : 2504.0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	218.0
3/4"	19.000	236.0
3/8"	9.500	255.0
Nº 4	4.750	180.0

Peso de fracción < N°4 509.3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
Nº 10	2.000	143.1
Nº 20	0.840	122.3
Nº 40	0.425	97.5
Nº 60	0.250	74.1
Nº 100	0.150	49.2
Nº 140	0.106	16.8
Nº 200	0.075	4.5
< Nº 200	---	1.9

MÉTODO DE TAMIZADO: Manual

TIPO DE SUELO:

TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen

Maximum Particle Size of Material (99 % or more passes)		Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg[A]	
Alternative Sieve Designation	Maximum Particle Size, mm	Method A Results Reported to Nearest 1 %	Method B Results Reported to Nearest 0.1 %
No. 40	0.425	50 g	75 g
No. 10	2.00	50 g	100 g
No. 4	4.75	75 g	200 g[B]
⅜ in.	9.5	165 g[C]	D
¾ in.	19.0	1.3 kg[C]	D
1 in.	25.4	3 kg[C]	D
1-½ in.	38.1	10 kg[C]	D
2 in.	50.8	25 kg[C]	D
3 in.	76.2	70 kg[E]	D

[A] Specimen masses should not significantly exceed (by more than about 50 %) the presented values because excessively large specimens may result in sieve overloading, (see 11.3) and increase the difficulty of specimen processing.
[B] The same as "C," except multiplied by 10.
[C] These values are based on the mass of an individual spherical shaped particle, at the given sieve, multiplied by 100 then 1.2 (factor to account uncertainty) and finally rounded to a convenient number.
[D] Specimens of this size require composite sieving. The sample sizes required for reporting results to 0.1 % are not practical and the possible errors associated with composite sieving causes this sensitivity to be unrealistic for specimens with these larger size particles.
[E] Same as "C," except 1.2 factor is omitted.

C-2

	FORMATO	Código	GEO-FO2
GEO PACÍFICO	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	10-02-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -002 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	25/04/2023
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 2	Norte:	8639348 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	307096 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	X-M
Peso de tara	162.1
Tara + m húmeda	1299.5
Tara + m seca	1262.7
Tamaño máx. de partículas	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability

Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
SI Unit Sieve Size	Alternative Sieve Size	Specimen Mass	Balance Readability (g)	Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in.	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-½ in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	¾ in.	250 g	1	2.5 kg	1
9.5 mm	⅜ in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

¿Tamizado compuesto?: SI

Procedimiento de obtención de muestra: "Secada al horno a 110 +/- 5°C"

Peso Inicial Seco : 2582.0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.000	284.3
3/8"	9.500	235.9
N° 4	4.750	147.2

Peso de fracción < N°4 384.9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	121.3
N° 20	0.840	103.2
N° 40	0.425	72.6
N° 60	0.250	43.2
N° 100	0.150	21.5
N° 140	0.106	10.3
N° 200	0.075	2.9
< N° 200	---	9.9

MÉTODO DE TAMIZADO: Manual

TIPO DE SUELO:

TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen

Maximum Particle Size of Material (99 % or more passes)		Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg[A]	
Alternative Sieve Designation	Maximum Particle Size, mm	Method A Results Reported to Nearest 1 %	Method B Results Reported to Nearest 0.1 %
No. 40	0.425	50 g	75 g
No. 10	2.00	50 g	100 g
No. 4	4.75	75 g	200 g[B]
⅜ in.	9.5	165 g[C]	D
¾ in.	19.0	1.3 kg[C]	D
1 in.	25.4	3 kg[C]	D
1-½ in.	38.1	10 kg[C]	D
2 in.	50.8	25 kg[C]	D
3 in.	76.2	70 kg[E]	D

[A] Specimen masses should not significantly exceed (by more than about 50 %) the presented values because excessively large specimens may result in sieve overloading, (see 11.3) and increase the difficulty of specimen processing.
[B] The same as "C," except multiplied by 10.
[C] These values are based on the mass of an individual spherical shaped particle, at the given sieve, multiplied by 100 then 1.2 (factor to account uncertainty) and finally rounded to a convenient number.
[D] Specimens of this size require composite sieving. The sample sizes required for reporting results to 0.1 % are not practical and the possible errors associated with composite sieving causes this sensitivity to be unrealistic for specimens with these larger size particles.
[E] Same as "C," except 1.2 factor is omitted.

	FORMATO	Código	GEO-FO2
GEO PACÍFICO	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	10-02-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -003 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	25/04/2023
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 3	Norte:	8638820 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	305487 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	X-L
Peso de tara	162.1
Tara + m húmeda	1299.5
Tara + m seca	1260.7
Tamaño máx. de partículas	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability

Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
SI Unit Sieve Size	Alternative Sieve Size	Specimen Mass	Balance Readability (g)	Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-½ in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	¾ in.	250 g	1	2.5 kg	1
9.5 mm	⅜ in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

¿Tamizado compuesto?: SI

Procedimiento de obtención de muestra: "Secada al horno a 110 +/- 5°C"

Peso Inicial Seco : 2879.0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	351.0
3/4"	19.000	291.2
3/8"	9.500	216.9
N° 4	4.750	175.0

Peso de fracción < N°4 415.2

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	136.0
N° 20	0.840	109.5
N° 40	0.425	75.8
N° 60	0.250	48.3
N° 100	0.150	24.5
N° 140	0.106	15.6
N° 200	0.075	3.4
< N° 200	---	2.1

MÉTODO DE TAMIZADO: Manual

TIPO DE SUELO:

TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen

Maximum Particle Size of Material (99 % or more passes)		Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg[A]	
Alternative Sieve Designation	Maximum Particle Size, mm	Method A Results Reported to Nearest 1 %	Method B Results Reported to Nearest 0.1 %
No. 40	0.425	50 g	75 g
No. 10	2.00	50 g	100 g
No. 4	4.75	75 g	200 g[B]
⅜ in.	9.5	165 g[C]	D
¾ in.	19.0	1.3 kg[C]	D
1 in.	25.4	3 kg[C]	D
1-½ in.	38.1	10 kg[C]	D
2 in.	50.8	25 kg[C]	D
3 in.	76.2	70 kg[E]	D

[A] Specimen masses should not significantly exceed (by more than about 50 %) the presented values because excessively large specimens may result in sieve overloading, (see 11.3) and increase the difficulty of specimen processing.
[B] The same as "C," except multiplied by 10.
[C] These values are based on the mass of an individual spherical shaped particle, at the given sieve, multiplied by 100 then 1.2 (factor to account uncertainty) and finally rounded to a convenient number.
[D] Specimens of this size require composite sieving. The sample sizes required for reporting results to 0.1 % are not practical and the possible errors associated with composite sieving causes this sensitivity to be unrealistic for specimens with these larger size particles.
[E] Same as "C," except 1.2 factor is omitted.

GEO PACÍFICO	FORMATO	Código	GEO-FO2
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	10-02-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -004 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	25/04/2023
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno

Código de Muestra	: —	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 4	Norte:	8638100 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	304240 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	X-F
Peso de tara	162.09
Tara + m húmeda	1299.5
Tara + m seca	1268.7
Tamaño máx. de partículas	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability

Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
SI Unit Sieve Size	Alternative Sieve Size	Specimen Mass	Balance Readability (g)	Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-½ in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	¾ in.	250 g	1	2.5 kg	1
9.5 mm	⅜ in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

¿Tamizado compuesto?: SI

Procedimiento de obtención de muestra: "Secada al horno a 110 +/- 5°C"

Peso Inicial Seco : 2571.0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.000	187.9
3/8"	9.500	154.6
N° 4	4.750	97.8

Peso de fracción < N°4 351.8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	102.5
N° 20	0.840	96.5
N° 40	0.425	71.5
N° 60	0.250	43.2
N° 100	0.150	20.1
N° 140	0.106	9.5
N° 200	0.075	1.4
< N° 200	---	7.1

MÉTODO DE TAMIZADO: Manual

TIPO DE SUELO:

TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen

Maximum Particle Size of Material (99 % or more passes)		Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg[A]	
Alternative Sieve Designation	Maximum Particle Size, mm	Method A Results Reported to Nearest 1 %	Method B Results Reported to Nearest 0.1 %
No. 40	0.425	50 g	75 g
No. 10	2.00	50 g	100 g
No. 4	4.75	75 g	200 g[B]
⅜ in.	9.5	165 g[C]	D
¾ in.	19.0	1.3 kg[C]	D
1 in.	25.4	3 kg[C]	D
1-½ in.	38.1	10 kg[C]	D
2 in.	50.8	25 kg[C]	D
3 in.	76.2	70 kg[E]	D

[A] Specimen masses should not significantly exceed (by more than about 50 %) the presented values because excessively large specimens may result in sieve overloading, (see 11.3) and increase the difficulty of specimen processing.
[B] The same as "C," except multiplied by 10.
[C] These values are based on the mass of an individual spherical shaped particle, at the given sieve, multiplied by 100 then 1.2 (factor to account uncertainty) and finally rounded to a convenient number.
[D] Specimens of this size require composite sieving. The sample sizes required for reporting results to 0.1 % are not practical and the possible errors associated with composite sieving causes this sensitivity to be unrealistic for specimens with these larger size particles.
[E] Same as "C," except 1.2 factor is omitted.

	FORMATO	Código	GEO-FO2
GEO PACÍFICO	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	10-02-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -005 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	25/04/2023
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 5	Norte:	8636902 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	303203 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	X-B
Peso de tara	162.11
Tara + m húmeda	1299.5
Tara + m seca	1260.6
Tamaño máx. de partículas	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability

Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
SI Unit Sieve Size	Alternative Sieve Size	Specimen Mass	Balance Readability (g)	Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in.	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-½ in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	¾ in.	250 g	1	2.5 kg	1
9.5 mm	⅜ in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

¿Tamizado compuesto?: SI

Procedimiento de obtención de muestra: "Secada al horno a 110 +/- 5°C"

Peso Inicial Seco : 3546.9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	346.2
3/4"	19.000	270.3
3/8"	9.500	195.2
Nº 4	4.750	136.2

Peso de fracción < N°4 462.8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
Nº 10	2.000	126.2
Nº 20	0.840	111.2
Nº 40	0.425	95.1
Nº 60	0.250	62.5
Nº 100	0.150	31.9
Nº 140	0.106	15.2
Nº 200	0.075	2.6
< Nº 200	---	18.1

MÉTODO DE TAMIZADO: Manual

TIPO DE SUELO:

TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen

Maximum Particle Size of Material (99 % or more passes)		Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg[A]	
Alternative Sieve Designation	Maximum Particle Size, mm	Method A Results Reported to Nearest 1 %	Method B Results Reported to Nearest 0.1 %
No. 40	0.425	50 g	75 g
No. 10	2.00	50 g	100 g
No. 4	4.75	75 g	200 g[B]
⅜ in.	9.5	165 g[C]	D
¾ in.	19.0	1.3 kg[C]	D
1 in.	25.4	3 kg[C]	D
1-½ in.	38.1	10 kg[C]	D
2 in.	50.8	25 kg[C]	D
3 in.	76.2	70 kg[E]	D

[A] Specimen masses should not significantly exceed (by more than about 50 %) the presented values because excessively large specimens may result in sieve overloading, (see 11.3) and increase the difficulty of specimen processing.
[B] The same as "C," except multiplied by 10.
[C] These values are based on the mass of an individual spherical shaped particle, at the given sieve, multiplied by 100 then 1.2 (factor to account uncertainty) and finally rounded to a convenient number.
[D] Specimens of this size require composite sieving. The sample sizes required for reporting results to 0.1 % are not practical and the possible errors associated with composite sieving causes this sensitivity to be unrealistic for specimens with these larger size particles.
[E] Same as "C," except 1.2 factor is omitted.

	FORMATO	Código	GEO-FO2
GEO PACÍFICO	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	10-02-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -006 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	25/04/2023
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 6	Norte:	8635915 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	302186 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	X-N
Peso de tara	162.09
Tara + m húmeda	1299.5
Tara + m seca	1269.6
Tamaño máx. de partículas	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 +/-5°C

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimen, and Balance Readability

Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
SI Unit Sieve Size	Alternative Sieve Size	Specimen Mass	Balance Readability (g)	Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-½ in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	¾ in.	250 g	1	2.5 kg	1
9.5 mm	⅜ in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	No. 10	20 g	0.1	20 g	0.01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

¿Tamizado compuesto?

SI

Procedimiento de obtención de muestra:

"Secada al horno a 110 +/- 5°C"

Peso Inicial Seco : 3854.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.200	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	376.2
3/4"	19.000	299.2
3/8"	9.500	205.1
N° 4	4.750	153.6

Peso de fracción < N°4 501.7

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	137.6
N° 20	0.840	120.0
N° 40	0.425	109.2
N° 60	0.250	78.2
N° 100	0.150	26.4
N° 140	0.106	12.3
N° 200	0.075	3.4
< N° 200	---	14.6

MÉTODO DE TAMIZADO: Manual

TIPO DE SUELO:

TABLE 2 Minimum Mass Requirement for Specimen

Maximum Particle Size of Material (99 % or more passes)		Minimum Dry Mass of Specimen, g or kg[A]	
Alternative Sieve Designation	Maximum Particle Size, mm	Method A Results Reported to Nearest 1 %	Method B Results Reported to Nearest 0.1 %
No. 40	0.425	50 g	75 g
No. 10	2.00	50 g	100 g
No. 4	4.75	75 g	200 g[B]
⅜ in.	9.5	165 g[C]	D
¾ in.	19.0	1.3 kg[C]	D
1 in.	25.4	3 kg[C]	D
1-½ in.	38.1	10 kg[C]	D
2 in.	50.8	25 kg[C]	D
3 in.	76.2	70 kg[E]	D

[A] Specimen masses should not significantly exceed (by more than about 50 %) the presented values because excessively large specimens may result in sieve overloading, (see 11.3) and increase the difficulty of specimen processing.
[B] The same as "C," except multiplied by 10.
[C] These values are based on the mass of an individual spherical shaped particle, at the given sieve, multiplied by 100 then 1,2 (factor to account uncertainty) and finally rounded to a convenient number.
[D] Specimens of this size require composite sieving. The sample sizes required for reporting results to 0.1 % are not practical and the possible errors associated with composite sieving causes this sensitivity to be unrealistic for specimens with these larger size particles.
[E] Same as "C," except 1.2 factor is omitted.

Curva Granulométrica

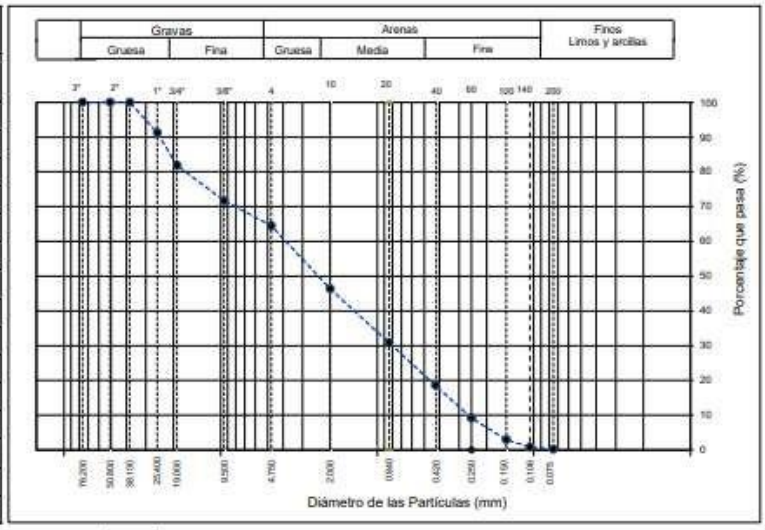
	INFORME DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	GEO-F02
GEO PACÍFICO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM D2487	Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	**GPL -001 - 2023**
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	2023-04-25
Material	: Terreno Natural		

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 1	Norte:	8640121 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	308570 m
Progresiva	: ---	Cota:	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	91.3	
3/4"	19.000	81.9	
3/8"	9.500	71.7	
N° 4	4.750	64.5	
N° 10	2.000	46.4	
N° 20	0.840	30.9	
N° 40	0.425	18.5	
N° 60	0.250	9.2	
N° 100	0.150	2.9	
N° 140	0.106	0.8	
N° 200	0.075	0.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.1
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

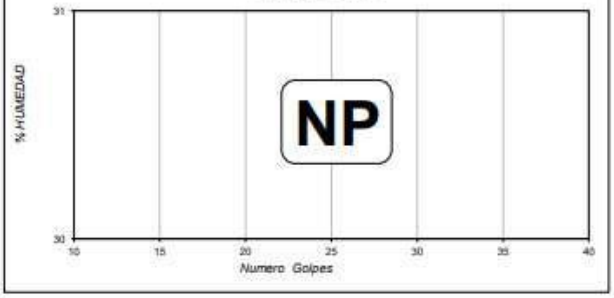
CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena pobremente gradada con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

GRÁFICO DE FLUIDEZ



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	35.5
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	64.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	0.2

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	(2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con grava

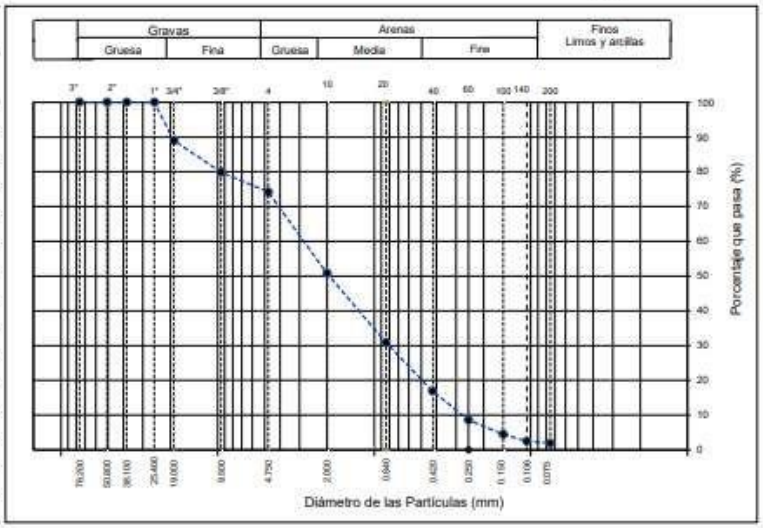
	INFORME DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	GEO-F02
GEO PACÍFICO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM D2487	Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	**GPL -002 - 2023**
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	2023-04-25
Material	: Terreno Natural		

Código de Muestra	: —	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 2	Norte:	8639348 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	307096 m
Progresiva	: —	Cota:	—

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	89.0	
3/8"	9.500	79.9	
N° 4	4.750	74.2	
N° 10	2.000	50.8	
N° 20	0.840	30.9	
N° 40	0.425	16.9	
N° 60	0.250	8.6	
N° 100	0.150	4.5	
N° 140	0.106	2.5	
N° 200	0.075	1.9	



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

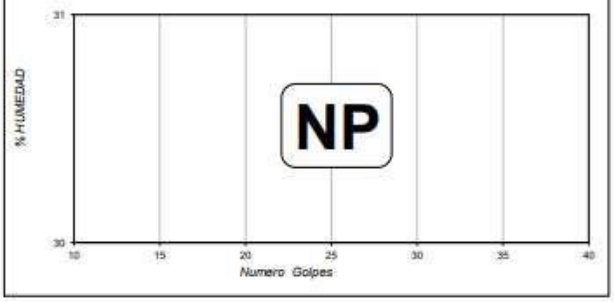
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	—
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	—
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	25.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	72.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	1.9

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena pobremente gradada con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

GRÁFICO DE FLUIDEZ



CLASIFICACIÓN DEL SUELO

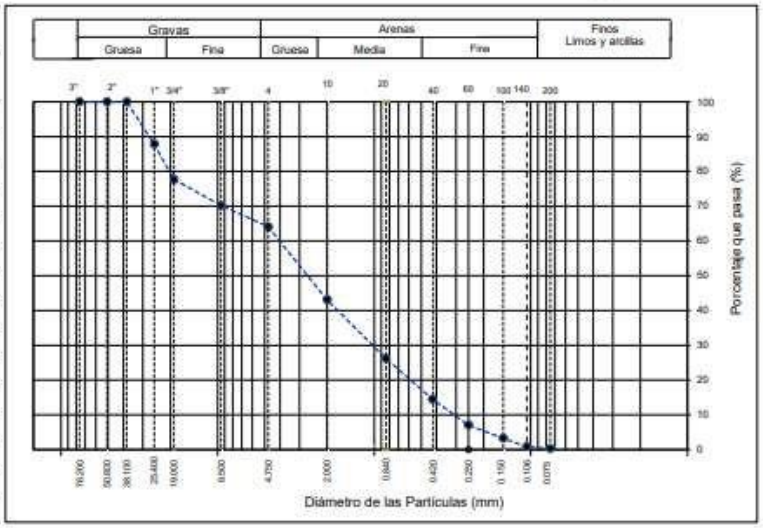
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con grava

	INFORME DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	GEO-F02
GEO PACÍFICO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM D2487	Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -003 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	2023-04-25
Material	: Terreno Natural		

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 3	Norte:	8638820 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	305487 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	87.8	
3/4"	19.000	77.7	
3/8"	9.500	70.2	
N° 4	4.750	64.1	
N° 10	2.000	43.1	
N° 20	0.840	26.2	
N° 40	0.425	14.5	
N° 60	0.250	7.0	
N° 100	0.150	3.3	
N° 140	0.106	0.8	
N° 200	0.075	0.3	

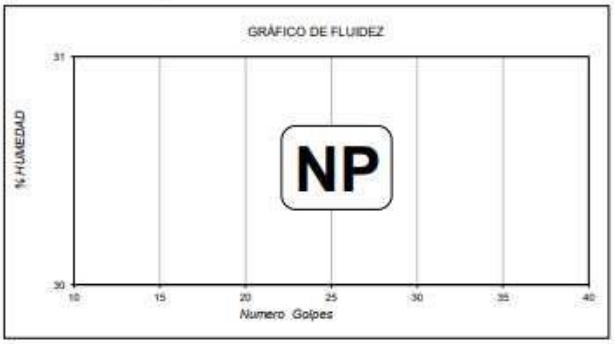


CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena pobremente gradada con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	35.9
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	63.8
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	0.3

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	(2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con grava

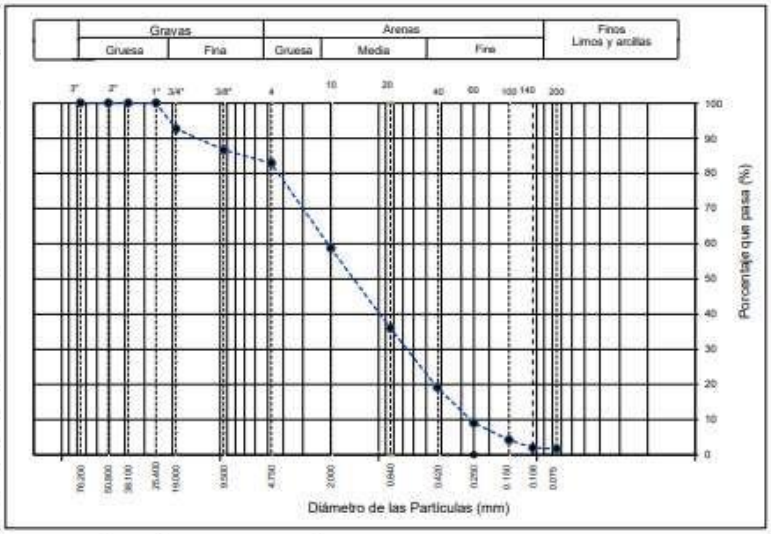
	INFORME DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	GEO-F02
GEO PACIFICO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM D2487	Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -004 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	2023-04-25
Material	: Terreno Natural		

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 4	Norte:	8638100 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	304240 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	92.7	
3/8"	9.500	86.7	
N° 4	4.750	82.9	
N° 10	2.000	58.7	
N° 20	0.840	36.0	
N° 40	0.425	19.2	
N° 60	0.250	9.0	
N° 100	0.150	4.2	
N° 140	0.106	2.0	
N° 200	0.075	1.7	



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

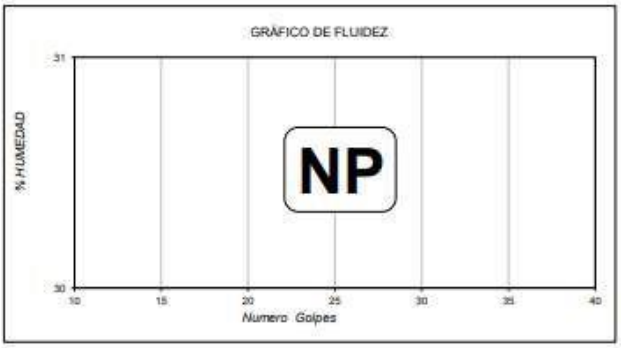
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.8
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena pobremente gradada con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	17.1
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	81.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	1.7

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con grava

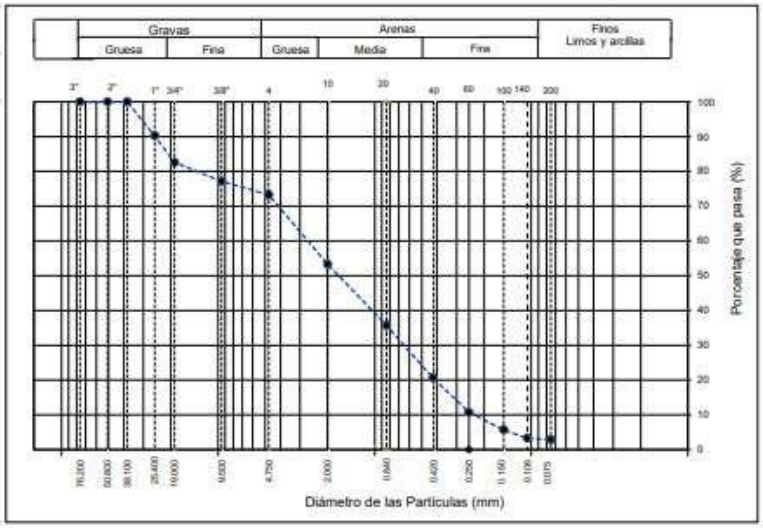
	INFORME DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	GEO-F02
GEO PACIFICO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM D2487	Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	**GPL -005 - 2023**
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	2023-04-25
Material	: Terreno Natural		

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 5	Norte:	8636902 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	303203 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	90.2	
3/4"	19.000	82.6	
3/8"	9.500	77.1	
N° 4	4.750	73.3	
N° 10	2.000	53.3	
N° 20	0.840	35.7	
N° 40	0.425	20.6	
N° 60	0.250	10.7	
N° 100	0.150	5.7	
N° 140	0.106	3.3	
N° 200	0.075	2.9	



CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

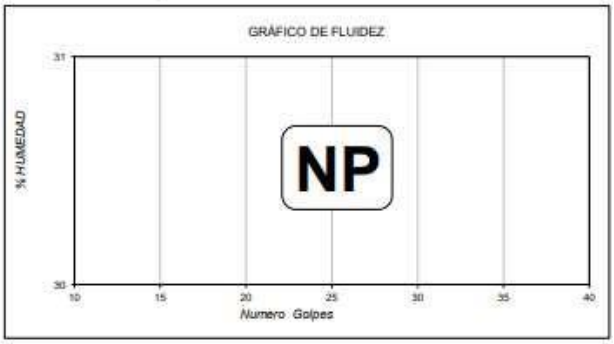
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena pobremente gradada con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	26.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	70.4
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	2.9

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con grava

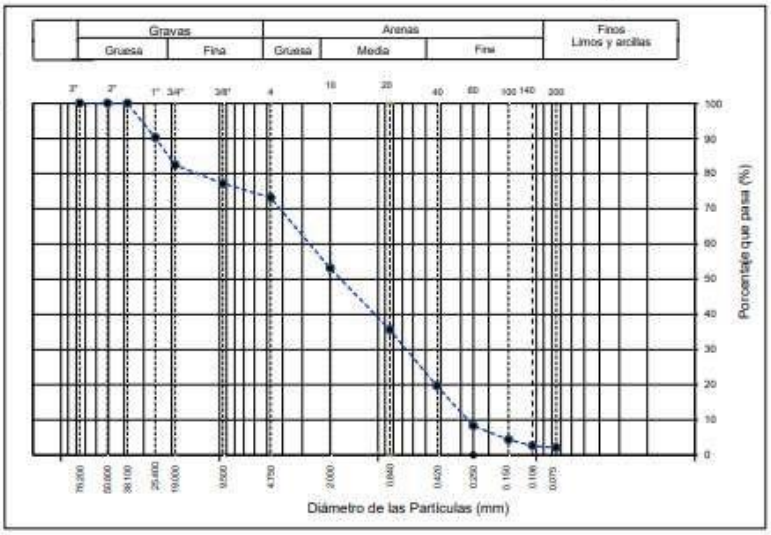
	INFORME DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	GEO-F02
GEO PACÍFICO	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM D2487	Versión	01
		Fecha	2023-02-10
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	GPL -006 - 2023
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Ensayado por :	D. Fiestas
Ubicación de Proyecto	: Distrito de Puenta Hermosa - provincia y departamento de Lima	Fecha de Ensayo:	2023-04-25
Material	: Terreno Natural		

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.0 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 6	Norte:	8635915 m
N° de Muestra	: M - 1	Este:	302186 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	90.2	
3/4"	19.000	82.5	
3/8"	9.500	77.2	
N° 4	4.750	73.2	
N° 10	2.000	53.1	
N° 20	0.840	35.6	
N° 40	0.425	19.7	
N° 60	0.250	8.3	
N° 100	0.150	4.4	
N° 140	0.106	2.6	
N° 200	0.075	2.1	

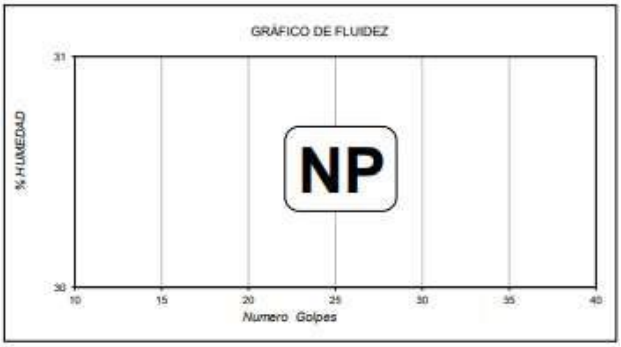


CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.7
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	Arena pobremente gradada con grava
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	26.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	71.0
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	2.1

CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)		SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)		A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente gradada con grava	

Ensayo Corte Directo

	INFORME	Código	AE-FO-020
GEO PACÍFICO	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-02-2023
		Página	1 de 3

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	L23-01-01
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Realizado por :	C.V.A.
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Revisado por :	D.L.V.
Ubicación del Proyecto	: Quebrada Malancahe - Distrito de Punta Hermosa	Fecha de inicio de Ensayo :	4/05/2023
Material	: SP	Fecha de fin de Ensayo :	5/05/2023

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 2	Norte:	---
N° de Muestra	: M - 1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	20.1	mm	*Altura Inicial:*	20.1	mm	*Altura Inicial:*	20.1	mm
Lado de caja :	62.0	mm	Lado de caja :	62.0	mm	Lado de caja :	62.0	mm
Area Inicial:	30.2	cm^2	*Area Inicial:*	30.2	cm^2	*Area Inicial:*	30.2	cm^2
Densidad Seca:	1.755	gr/cm^3	*Densidad Seca:*	1.755	gr/cm^3	*Densidad Seca:*	1.755	gr/cm^3
Humedad Inic.:	3.4	%	*Humedad Inic.:*	3.4	%	*Humedad Inic.:*	3.4	%
Esf. Normal :	1.00	kg/cm^2	Esf. Normal :	2.00	kg/cm^2	Esf. Normal :	4.00	kg/cm^2
Esf. Corte:	0.65	kg/cm^2	Esf. Corte:	1.30	kg/cm^2	Esf. Corte:	2.55	kg/cm^2

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0.00	0.00	5.16	0.63	0.00	0.00	5.16	1.30	0.00	0.00	5.16	2.55
0.16	0.14	5.32	0.63	0.16	0.28	5.32	1.32	0.16	0.55	5.32	2.56
0.32	0.20	5.48	0.63	0.32	0.43	5.48	1.31	0.32	0.85	5.48	2.57
0.48	0.26	5.65	0.65	0.48	0.55	5.65	1.32	0.48	1.08	5.65	2.59
0.65	0.30	5.81	0.63	0.65	0.64	5.81	1.32	0.65	1.25	5.81	2.59
0.81	0.34	5.97	0.63	0.81	0.71	5.97	1.34	0.81	1.39	5.97	2.63
0.97	0.38	6.13	0.63	0.97	0.76	6.13	1.33	0.97	1.49	6.13	2.61
1.13	0.40	6.29	0.63	1.13	0.82	6.29	1.33	1.13	1.64	6.29	2.61
1.29	0.43	6.45	0.65	1.29	0.85	6.45	1.33	1.29	1.68	6.45	2.62
1.45	0.46	6.61	0.62	1.45	0.90	6.61	1.35	1.45	1.76	6.61	2.62
1.61	0.47	6.78	0.62	1.61	0.94	6.78	1.34	1.61	1.84	6.78	2.59
1.77	0.49	6.94	0.62	1.77	0.99	6.94	1.34	1.77	1.91	6.94	2.64
1.94	0.51	7.10	0.62	1.94	1.00	7.10	1.34	1.94	1.98	7.10	2.64
2.10	0.52	7.26	0.63	2.10	1.02	7.26	1.32	2.10	2.01	7.26	2.65
2.26	0.53	7.42	0.62	2.26	1.05	7.42	1.34	2.26	2.06	7.42	2.64
2.42	0.55	7.58	0.62	2.42	1.09	7.58	1.35	2.42	2.11	7.58	2.65
2.58	0.56	7.74	0.62	2.58	1.09	7.74	1.34	2.58	2.15	7.74	2.64
2.74	0.58	7.90	0.61	2.74	1.12	7.90	1.35	2.74	2.23	7.90	2.65
2.90	0.58	8.07	0.61	2.90	1.13	8.07	1.37	2.90	2.23	8.07	2.65
3.07	0.59	8.23	0.61	3.07	1.15	8.23	1.35	3.07	2.26	8.23	2.65
3.23	0.60	8.39	0.61	3.23	1.18	8.39	1.36	3.23	2.30	8.39	2.66
3.39	0.60	8.55	0.59	3.39	1.19	8.55	1.35	3.39	2.33	8.55	2.65
3.55	0.61	8.71	0.61	3.55	1.20	8.71	1.38	3.55	2.35	8.71	2.67
3.71	0.61	8.87	0.61	3.71	1.21	8.87	1.35	3.71	2.43	8.87	2.65
3.87	0.62	9.03	0.61	3.87	1.22	9.03	1.35	3.87	2.40	9.03	2.65
4.03	0.62	9.20	0.61	4.03	1.24	9.20	1.38	4.03	2.43	9.20	2.67
4.19	0.61	9.36	0.60	4.19	1.22	9.36	1.35	4.19	2.45	9.36	2.65
4.36	0.63	9.52	0.60	4.36	1.26	9.52	1.34	4.36	2.47	9.52	2.63
4.52	0.63	9.68	0.60	4.52	1.27	9.68	1.33	4.52	2.52	9.68	2.62
4.68	0.63	9.84	0.59	4.68	1.28	9.84	1.33	4.68	2.51	9.84	2.62
4.84	0.65	10.00	0.60	4.84	1.26	10.00	1.35	4.84	2.52	10.00	2.63
5.00	0.63	---	---	5.00	1.30	---	---	5.00	2.55	---	---

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante

Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca de 1.785 g/cm3 y al contenido de humedad natural de 3.4% considerando partículas menores al tamiz No. 4

GEOPACIFICO SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-GEOPACIFICO) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Carlos Eduardo Arenas Reyes
ING. CIVIL
R. CIP. N° 216370

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Carlos Eduardo Arenas Reyes
ING. CIVIL
R. CIP. N° 216370

	INFORME	Código	AE-FO-020
GEO PACÍFICO	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-02-2023
		Página	2 de 3

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	L23-01-01
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Realizado por :	C.V.A.
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Revisado por :	D.L.V.
Ubicación del Proyecto	: Quebrada Malancahe - Distrito de Punta Hermosa	Fecha de inicio de Ensayo :	4/05/2023
Material	: SP	Fecha de fin de Ensayo :	5/05/2023

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 2	Norte:	---
N° de Muestra	: M - 1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ETAPA DE CONSOLIDACION - ESPECIMEN 1

Esfuerzo Normal 1.00 kg/cm²
Área de la muestra 28.94 cm²

Pesas (kg)	Escala
28.938	1

Deformación Vs Tiempo	
Tiempo (min)	Deformación (mm)
0	
0.25	0.69
0.5	0.71
1	0.72
2	0.74
4	0.74
8	0.74
15	0.74
30	0.74
60	
120	
240	
480	
840	

ETAPA DE CONSOLIDACION - ESPECIMEN 2

Esfuerzo Normal 2.00 kg/cm²
Área de la muestra 28.94 cm²

Pesas (kg)	Escala
57.876	1

Deformación Vs Tiempo	
Tiempo (min)	Deformación (mm)
0	0.00
0.25	0.16
0.5	0.18
1	0.20
2	0.22
4	0.25
8	0.27
15	0.28
30	0.29
60	0.29
120	0.29
240	0.29
480	
840	

ETAPA DE CONSOLIDACION - ESPECIMEN 3

Esfuerzo Normal 4.00 kg/cm²
Área de la muestra 28.94 cm²

Pesas (kg)	Escala
115.752	1

Deformación Vs Tiempo	
Tiempo (min)	Deformación (mm)
0	0.00
0.25	0.16
0.5	0.18
1	0.20
2	0.22
4	0.25
8	0.27
15	0.28
30	0.29
60	0.29
120	0.29
240	0.29
480	
840	

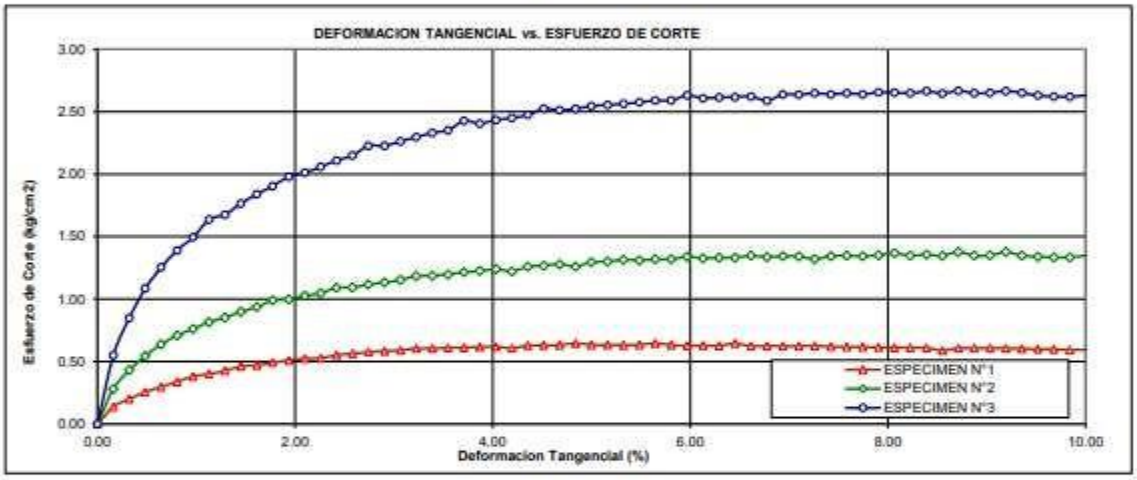
	INFORME	Código	AE-FO-020
GEO PACÍFICO	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-02-2023
		Página	3 de 3

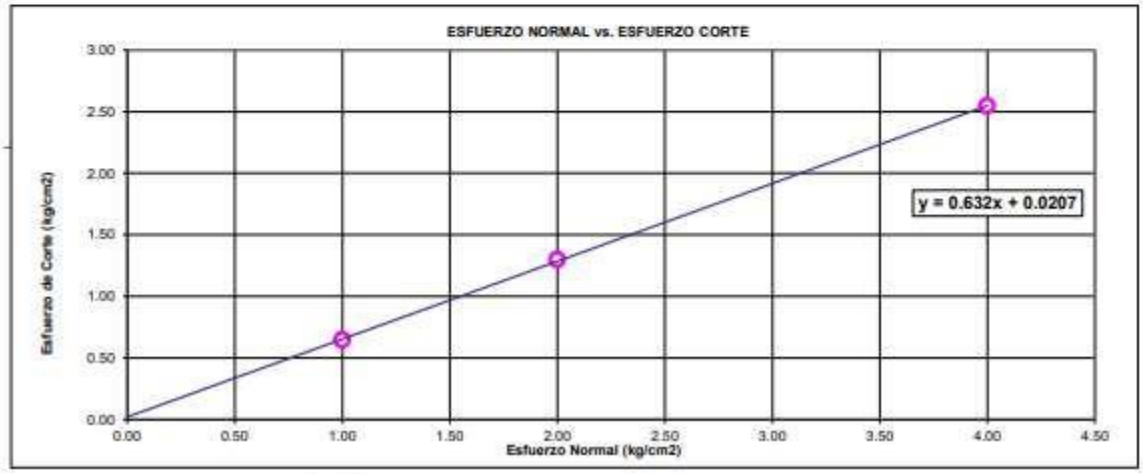
Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	L23-01-01
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Realizado por :	C.V.A.
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Revisado por :	D.L.V.
Ubicación del Proyecto	: Quebrada Malancahe - Distrito de Punta Hermosa	Fecha de inicio de Ensayo :	4/05/2023
Material	: SP	Fecha de fin de Ensayo :	5/05/2023

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 2	Norte:	---
N° de Muestra	: M - 1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min





Resultados:

Cohesión (C)	: 0.00 kg/cm2
Angulo de fricción (ϕ)	: 32.0°

GEO PACÍFICO	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-02-2023
		Página	1 de 3

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	L23-02-02
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Realizado por :	C.V.A.
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Revisado por :	D.L.V.
Ubicación del Proyecto	: Quebrada Malancahe - Distrito de Punta Hermosa	Fecha de inicio de Ensayo :	4/05/2023
Material	: SP	Fecha de fin de Ensayo :	5/05/2023

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 4	Norte:	---
N° de Muestra	: M - 1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	20.1	mm	*Altura Inicial:*	20.1	mm	*Altura Inicial:*	20.1	mm
Lado de caja :	62.0	mm	Lado de caja :	62.0	mm	Lado de caja :	62.0	mm
Area Inicial:	30.2	cm^2	*Area Inicial:*	30.2	cm^2	*Area Inicial:*	30.2	cm^2
Densidad Seca:	1.755	gr/cm^3	*Densidad Seca:*	1.755	gr/cm^3	*Densidad Seca:*	1.755	gr/cm^3
Humedad Inic.:	3.4	%	*Humedad Inic.:*	3.4	%	*Humedad Inic.:*	3.4	%
Esf. Normal :	1.00	kg/cm^2	Esf. Normal :	2.00	kg/cm^2	Esf. Normal :	4.00	kg/cm^2
Esf. Corte:	0.63	kg/cm^2	Esf. Corte:	1.27	kg/cm^2	Esf. Corte:	2.49	kg/cm^2

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0.00	0.00	5.16	0.62	0.00	0.00	5.16	1.26	0.00	0.00	5.16	2.50
0.16	0.14	5.32	0.62	0.16	0.27	5.32	1.26	0.16	0.54	5.32	2.51
0.32	0.20	5.48	0.61	0.32	0.42	5.48	1.27	0.32	0.83	5.48	2.52
0.48	0.25	5.65	0.62	0.48	0.51	5.65	1.27	0.48	1.05	5.65	2.53
0.65	0.29	5.81	0.62	0.65	0.65	5.81	1.30	0.65	1.23	5.81	2.57
0.81	0.33	5.97	0.63	0.81	0.68	5.97	1.28	0.81	1.37	5.97	2.54
0.97	0.37	6.13	0.62	0.97	0.74	6.13	1.28	0.97	1.46	6.13	2.55
1.13	0.39	6.29	0.61	1.13	0.78	6.29	1.29	1.13	1.56	6.29	2.56
1.29	0.42	6.45	0.61	1.29	0.83	6.45	1.29	1.29	1.64	6.45	2.56
1.45	0.45	6.61	0.61	1.45	0.87	6.61	1.29	1.45	1.75	6.61	2.56
1.61	0.46	6.78	0.61	1.61	0.93	6.78	1.30	1.61	1.85	6.78	2.56
1.77	0.48	6.94	0.61	1.77	0.94	6.94	1.30	1.77	1.86	6.94	2.58
1.94	0.49	7.10	0.61	1.94	0.98	7.10	1.30	1.94	1.92	7.10	2.58
2.10	0.51	7.26	0.61	2.10	0.99	7.26	1.30	2.10	1.99	7.26	2.59
2.26	0.53	7.42	0.61	2.26	1.02	7.42	1.33	2.26	2.01	7.42	2.58
2.42	0.54	7.58	0.60	2.42	1.03	7.58	1.30	2.42	2.06	7.58	2.59
2.58	0.54	7.74	0.61	2.58	1.06	7.74	1.30	2.58	2.10	7.74	2.58
2.74	0.56	7.90	0.60	2.74	1.07	7.90	1.31	2.74	2.17	7.90	2.60
2.90	0.57	8.07	0.60	2.90	1.10	8.07	1.31	2.90	2.18	8.07	2.59
3.07	0.58	8.23	0.60	3.07	1.10	8.23	1.30	3.07	2.21	8.23	2.59
3.23	0.57	8.39	0.61	3.23	1.13	8.39	1.31	3.23	2.24	8.39	2.60
3.39	0.59	8.55	0.59	3.39	1.15	8.55	1.30	3.39	2.30	8.55	2.59
3.55	0.60	8.71	0.59	3.55	1.16	8.71	1.31	3.55	2.30	8.71	2.61
3.71	0.60	8.87	0.61	3.71	1.16	8.87	1.30	3.71	2.33	8.87	2.59
3.87	0.59	9.03	0.59	3.87	1.18	9.03	1.31	3.87	2.34	9.03	2.59
4.03	0.61	9.20	0.59	4.03	1.21	9.20	1.31	4.03	2.38	9.20	2.61
4.19	0.61	9.36	0.59	4.19	1.21	9.36	1.30	4.19	2.40	9.36	2.59
4.36	0.63	9.52	0.59	4.36	1.22	9.52	1.29	4.36	2.39	9.52	2.57
4.52	0.62	9.68	0.59	4.52	1.24	9.68	1.29	4.52	2.43	9.68	2.56
4.68	0.62	9.84	0.58	4.68	1.24	9.84	1.29	4.68	2.46	9.84	2.56
4.84	0.63	10.00	0.58	4.84	1.24	10.00	1.30	4.84	2.47	10.00	2.57
5.00	0.62	---	---	5.00	1.27	---	---	5.00	2.49	---	---

	INFORME	Código	AE-FO-020
GEO PACÍFICO	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-02-2023
		Página	2 de 3

Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	L23-02-02
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Realizado por :	C.V.A.
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Revisado por :	D.L.V.
Ubicación del Proyecto	: Quebrada Malancahe - Distrito de Punta Hermosa	Fecha de inicio de Ensayo :	4/05/2023
Material	: SP	Fecha de fin de Ensayo :	5/05/2023

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 4	Norte:	---
N° de Muestra	: M - 1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ETAPA DE CONSOLIDACION - ESPECIMEN 1

Esfuerzo Normal 1.00 kg/cm²
Área de la muestra 28.94 cm²

Pesas (kg)	Escala
28.938	1

Deformación Vs Tiempo	
Tiempo (min)	Deformación (mm)
0	
0.25	0.69
0.5	0.71
1	0.72
2	0.74
4	0.74
8	0.74
15	0.74
30	0.74
60	
120	
240	
480	
840	

ETAPA DE CONSOLIDACION - ESPECIMEN 2

Esfuerzo Normal 2.00 kg/cm²
Área de la muestra 28.94 cm²

Pesas (kg)	Escala
57.876	1

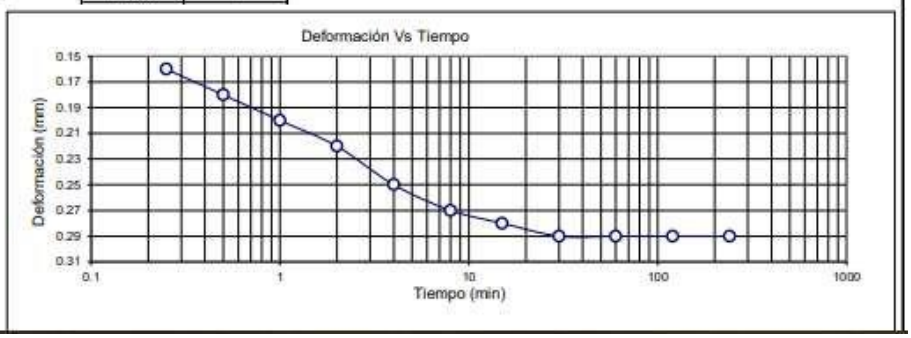
Deformación Vs Tiempo	
Tiempo (min)	Deformación (mm)
0	0.00
0.25	0.16
0.5	0.18
1	0.20
2	0.22
4	0.25
8	0.27
15	0.28
30	0.29
60	0.29
120	0.29
240	0.29
480	
840	

ETAPA DE CONSOLIDACION - ESPECIMEN 3

Esfuerzo Normal 4.00 kg/cm²
Área de la muestra 28.94 cm²

Pesas (kg)	Escala
115.752	1

Deformación Vs Tiempo	
Tiempo (min)	Deformación (mm)
0	0.00
0.25	0.16
0.5	0.18
1	0.20
2	0.22
4	0.25
8	0.27
15	0.28
30	0.29
60	0.29
120	0.29
240	0.29
480	
840	



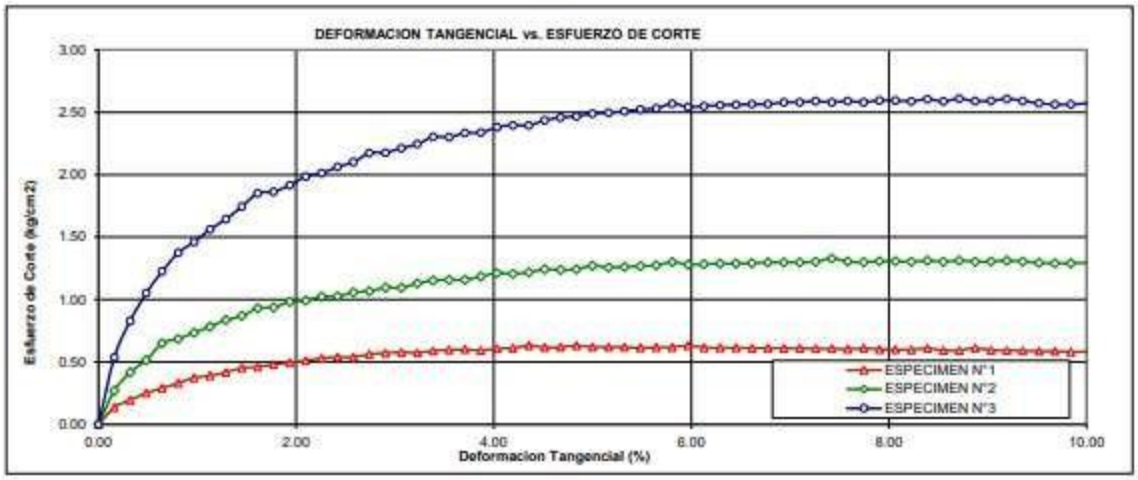
	INFORME	Código	AE-FO-020
GEO PACÍFICO	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-02-2023
		Página	3 de 3

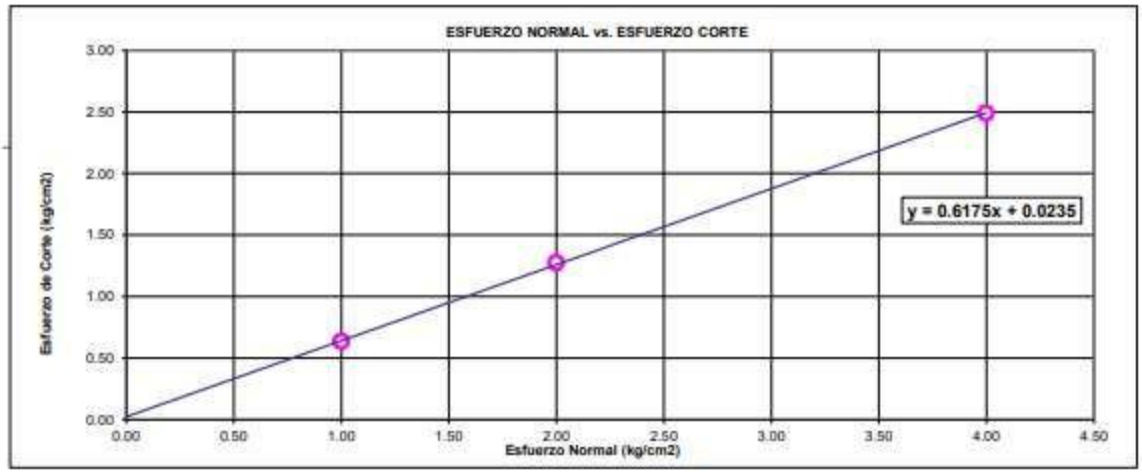
Proyecto	: Diseño de defensas ribereñas para el encauzamiento y mitigación de los desastres en la quebrada Malanche ubicado en el distrito de Punta Hermosa provincia y departamento de Lima	Registro N°:	L23-02-02
Cliente	: Johan Armando Ormeño Gil	Realizado por :	C.V.A.
Solicitante	: Johan Armando Ormeño Gil	Revisado por :	D.L.V.
Ubicación del Proyecto	: Quebrada Malancahe - Distrito de Punta Hermosa	Fecha de inicio de Ensayo :	4/05/2023
Material	: SP	Fecha de fin de Ensayo :	5/05/2023

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C - 4	Norte:	---
N° de Muestra	: M - 1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min





Resultados:

Cohesión ©	: 0.00 kg/cm2
Angulo de fricción (ϕ)	: 31.9°

Panel fotográfico ensayos

PELIGRO
MAQUINA EN
MOVIMIENTO

ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Datos pluviométricos

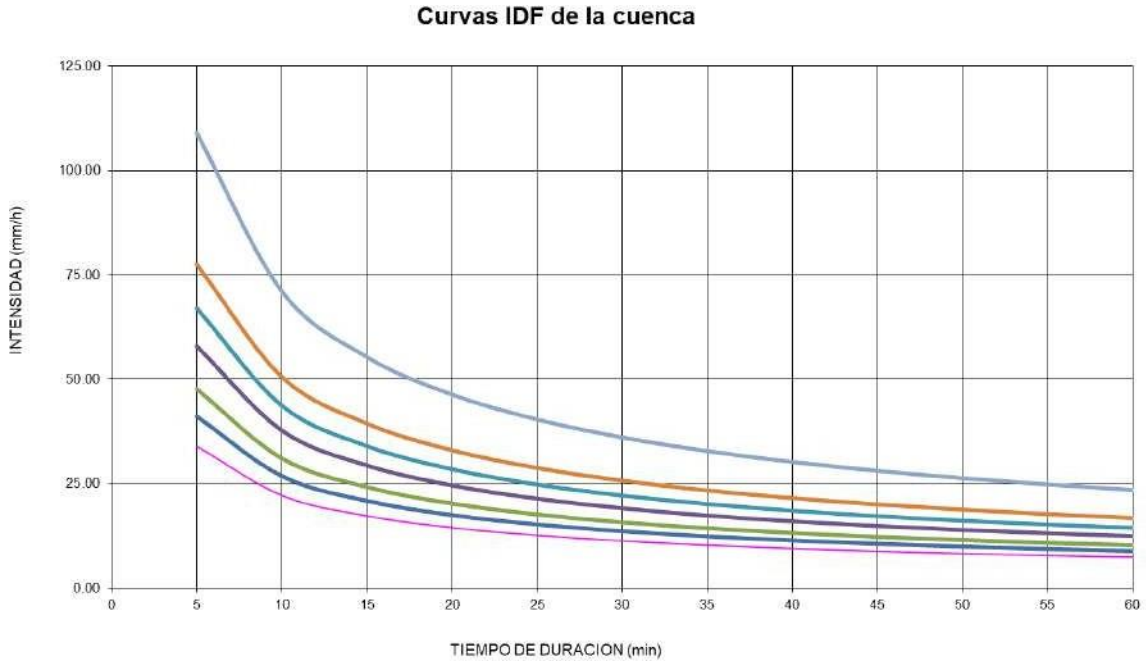
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1980	0.00	1.00	18.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	18.20	(MAR)
1981	19.20	26.40	42.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	0.00	0.00	18.20	42.50	(MAR)
1982	20.00	20.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	(ENE)
1983	7.30	7.30	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	7.30	(ENE)
1984	7.30	8.00	9.20	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	0.00	5.30	9.20	(MAR)
1985	18.20	11.00	11.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.60	18.20	(ENE)
1986	11.00	7.00	10.00	6.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	1.50	4.50	12.20	12.20	(DIC)
1987	13.20	11.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.50	13.20	(ENE)
1988	3.00	5.00	5.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	15.00	(DIC)
1989	12.40	13.20	10.20	7.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	0.00	13.20	(FEB)
1990	0.00	0.00	4.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	6.70	8.90	8.90	(DIC)
1991	4.30	6.30	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	(FEB)
1992	4.20	3.20	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	(ENE)
1993	18.00	26.80	20.80	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.20	8.60	26.80	(FEB)
1994	29.90	10.80	16.70	6.60	1.00	0.00	0.00	0.00	7.30	0.00	2.60	6.30	29.90	(ENE)
1995	18.60	23.90	8.10	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.40	16.10	10.00	23.90	(FEB)
1996	5.90	13.20	8.20	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	13.20	(FEB)
1997	7.90	31.30	9.10	0.40	0.00	0.00	0.00	0.30	3.20	0.50	3.40	21.30	31.30	(FEB)
1998	20.80	23.50	13.10	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.20	6.60	23.50	(FEB)
1999	0.00	31.40	11.20	6.20	6.50	0.00	0.00	0.00	1.30	3.00	2.50	4.90	31.40	(FEB)
2000	8.50	14.80	8.90	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	12.10	14.80	(FEB)
2001	29.50	13.30	24.00	20.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	16.40	5.70	29.50	(ENE)
2002	4.60	20.60	20.30	5.40	1.10	0.00	0.00	0.00	2.50	3.00	10.10	3.40	20.60	(FEB)
2003	7.30	8.70	13.60	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	22.40	22.40	(DIC)
2004	3.50	18.30	11.40	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	2.20	8.40	18.30	(FEB)
2005	9.00	11.50	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	9.90	11.50	(FEB)
2006	26.40	27.40	17.20	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.90	5.00	13.00	27.40	(FEB)
2007	6.20	9.60	9.90	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	2.60	1.40	18.30	(ABR)
2008	13.60	25.50	26.10	2.90	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.30	2.80	2.20	26.10	(MAR)
2009	13.20	34.40	27.60	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	3.60	6.80	34.40	(FEB)
2010	3.60	46.90	10.90	8.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	3.00	5.60	46.90	(FEB)
2011	9.00	6.30	9.90	18.10	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	4.70	5.10	18.10	(ABR)
2012	7.20	19.20	18.20	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	1.70	1.00	19.20	(FEB)
2013	3.80	20.10	16.80	0.70	1.60	0.00	0.00	0.00	0.50	1.10	2.30	7.70	20.10	(FEB)
2014	12.80	10.50	15.60	4.80	1.50	0.00	0.00	0.00	2.10	2.60	8.80	4.80	15.60	(MAR)
2015	8.70	8.30	19.70	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	2.40	9.00	19.70	(MAR)
2016	11.00	10.80	9.50	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	11.00	(ENE)
2017	22.40	17.50	26.90	4.60	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	3.70	1.40	26.90	(MAR)
2018	11.00	10.10	12.30	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.30	(MAR)
MAX	**29.90**	**46.90**	**42.50**	**20.20**	**6.50**	**0.00**	**1.50**	**3.20**	**18.20**	**7.50**	**16.40**	**22.40**	**46.90**	

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	*xi*	*(xi - x)^2*
1	1980	(MAR)	18.20	3.38
2	1981	(MAR)	42.50	504.52
3	1982	(ENE)	20.00	0.00
4	1983	(ENE)	7.30	162.27
5	1984	(MAR)	9.20	117.47
6	1985	(ENE)	18.20	3.38
7	1986	(DIC)	12.20	61.44
8	1987	(ENE)	13.20	46.76
9	1988	(DIC)	15.00	25.39
10	1989	(FEB)	13.20	46.76
11	1990	(DIC)	8.90	124.07
12	1991	(FEB)	6.30	188.75
13	1992	(ENE)	4.20	250.86
14	1993	(FEB)	26.80	45.72
15	1994	(ENE)	29.90	97.25
16	1995	(FEB)	23.90	14.91
17	1996	(FEB)	13.20	46.76
18	1997	(FEB)	31.30	126.82
19	1998	(FEB)	23.50	11.98
20	1999	(FEB)	31.40	129.08
21	2000	(FEB)	14.80	27.44
22	2001	(ENE)	29.50	89.52
23	2002	(FEB)	20.60	0.32
24	2003	(DIC)	22.40	5.58
25	2004	(FEB)	18.30	3.02
26	2005	(FEB)	11.50	72.91
27	2006	(FEB)	27.40	54.19
28	2007	(ABR)	18.30	3.02
29	2008	(MAR)	26.10	36.74
30	2009	(FEB)	34.40	206.25
31	2010	(FEB)	46.90	721.54
32	2011	(ABR)	18.10	3.76
33	2012	(FEB)	19.20	0.70
34	2013	(FEB)	20.10	0.00
35	2014	(MAR)	15.60	19.70
36	2015	(MAR)	19.70	0.11
37	2016	(ENE)	11.00	81.69
38	2017	(MAR)	26.90	47.08
39	2018	(MAR)	12.30	59.88
39		***Suma***	**781.5**	**3441.1**

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	20.8770	30.3798	36.6715	44.6211	50.5185	56.3724	69.8998
18 hr	X18 = 91%	18.9981	27.6456	33.3711	40.6052	45.9718	51.2989	63.6089
12 hr	X12 = 80%	16.7016	24.3039	29.3372	35.6969	40.4148	45.0979	55.9199
8 hr	X8 = 68%	14.1964	20.6583	24.9366	30.3423	34.3526	38.3332	47.5319
6 hr	X6 = 61%	12.7350	18.5317	22.3696	27.2189	30.8163	34.3872	42.6389
5 hr	X5 = 57%	11.8999	17.3165	20.9028	25.4340	28.7955	32.1323	39.8429
4 hr	X4 = 52%	10.8561	15.7975	19.0692	23.2030	26.2696	29.3136	36.3479
3 hr	X3 = 46%	9.6034	13.9747	16.8689	20.5257	23.2385	25.9313	32.1539
2 hr	X2 = 39%	8.1420	11.8481	14.3019	17.4022	19.7022	21.9852	27.2609
1 hr	X1 = 30%	6.2631	9.1140	11.0015	13.3863	15.1556	16.9117	20.9700

Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	33.98	22.17	17.26	14.46	12.60	11.26	10.24	9.43	8.77	8.22	7.75	7.35
5	41.23	26.90	20.95	17.55	15.29	13.67	12.43	11.44	10.64	9.97	9.41	8.91
10	47.73	31.14	24.25	20.31	17.70	15.82	14.39	13.25	12.32	11.55	10.89	10.32
25	57.92	37.78	29.43	24.65	21.48	19.20	17.46	16.08	14.95	14.01	13.21	12.52
50	67.05	43.74	34.07	28.53	24.86	22.22	20.21	18.61	17.31	16.22	15.29	14.50
100	77.62	50.63	39.44	33.03	28.78	25.72	23.39	21.54	20.04	18.78	17.70	16.78
500	109.04	71.12	55.40	46.39	40.43	36.14	32.86	30.26	28.14	26.37	24.87	23.57



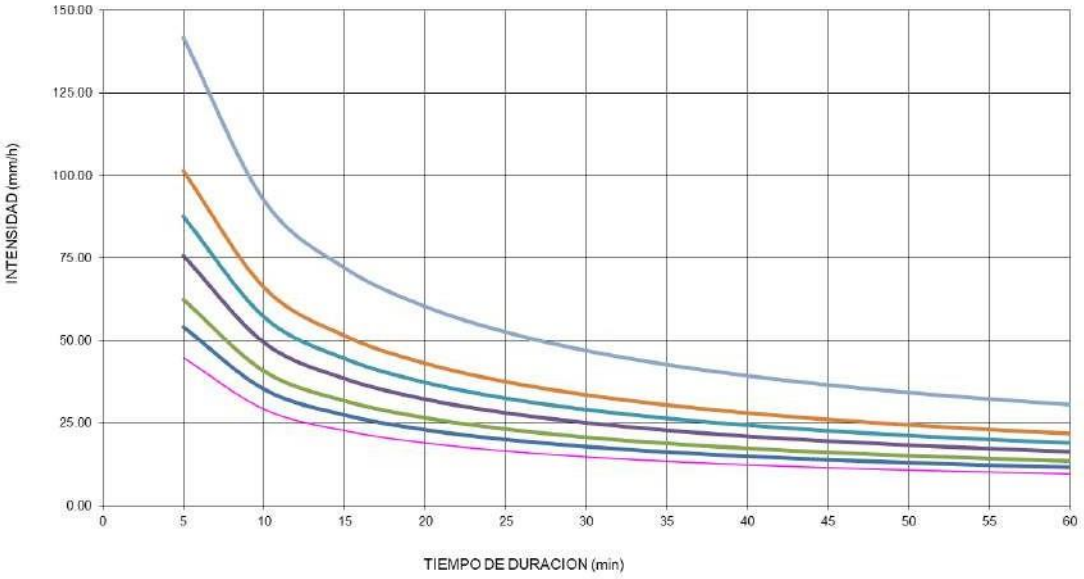
San Lázaro Escomarca

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	6.50	9.20	9.20	(DIC)
1964	20.40	26.50	12.20	9.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	26.50	(FEB)
1965	0.00	20.20	26.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	4.20	13.00	26.00	(MAR)
1966	28.80	6.70	37.50	8.30	1.30	0.00	0.00	0.00	2.50	13.00	1.90	15.00	37.50	(MAR)
1967	22.00	41.00	31.20	3.10	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	41.00	(FEB)
1968	17.10	5.00	16.40	14.40	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	11.00	17.10	(ENE)
1969	11.50	16.50	25.00	13.50	0.00	10.00	11.40	0.00	1.80	6.50	14.50	19.60	25.00	(MAR)
1970	61.80	5.60	10.30	20.50	5.20	0.00	0.00	19.20	10.60	1.20	12.10	15.20	61.80	(ENE)
1971	9.00	15.50	21.40	9.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.50	21.40	(MAR)
1972	12.60	30.00	28.90	16.40	0.00	0.00	3.90	0.00	0.00	7.20	10.50	49.10	49.10	(DIC)
1973	31.20	19.00	25.10	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.30	31.20	(ENE)
1974	16.00	11.00	18.20	6.20	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.80	18.20	(MAR)
1975	11.80	13.70	17.30	15.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	15.00	17.30	(MAR)
1976	19.00	20.00	18.60	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	4.20	20.00	(FEB)
1977	15.20	19.60	17.80	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	21.00	21.00	(DIC)
1978	15.50	12.00	16.50	33.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	5.00	33.30	(ABR)
1979	4.50	17.50	27.90	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.50	0.00	27.90	(MAR)
1980	18.00	4.50	34.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50	3.30	8.00	34.40	(MAR)
1981	10.00	20.50	30.80	15.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	32.10	32.10	(DIC)
1982	12.00	21.00	9.90	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	22.50	7.70	22.50	(NOV)
1983	20.00	23.30	14.60	11.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	30.00	(DIC)
1984	9.70	22.00	20.50	5.10	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30	6.10	15.80	22.00	(FEB)
1985	0.00	18.70	19.80	9.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	19.80	(MAR)
1986	11.10	12.10	15.50	8.00	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	15.50	(MAR)
1987	20.90	12.50	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	20.90	(ENE)
1988	9.20	30.00	9.30	8.60	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	13.20	30.00	(FEB)
1989	9.00	12.20	9.20	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	(FEB)
1990	15.00	10.10	10.50	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	12.50	10.00	15.00	(ENE)
1991	10.10	7.00	7.10	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	10.10	(ENE)
1992	3.10	6.60	10.00	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	(MAR)
1993	12.60	10.20	10.60	8.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	9.30	7.00	12.60	(ENE)
1994	16.90	21.00	16.20	15.00	15.00	0.00	0.00	0.00	6.20	0.00	5.00	8.10	21.00	(FEB)
1995	13.10	8.50	10.80	10.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	10.00	15.00	15.00	(DIC)
1996	15.00	26.00	13.00	7.00	1.50	0.00	0.00	1.00	0.10	6.10	10.20	14.00	26.00	(FEB)
1997	35.00	43.00	11.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.10	5.00	5.00	6.00	16.00	43.00	(FEB)
1998	11.70	11.00	12.00	9.30	0.00	0.20	0.00	0.00	0.60	2.10	5.20	10.00	12.00	(MAR)
1999	7.10	16.50	16.00	7.90	10.20	0.00	0.80	6.80	8.50	5.70	7.40	8.10	16.50	(MAR)
2000	8.00	10.20	7.60	4.90	2.80	0.00	0.00	0.30	4.70	7.60	6.20	11.80	11.80	(DIC)
2001	13.30	30.90	34.60	9.60	0.30	0.00	0.00	0.00	1.10	3.30	11.90	4.00	34.60	(MAR)
2002	14.00	25.50	16.50	16.00	3.00	0.00	1.30	0.30	7.00	9.70	24.70	5.20	25.50	(FEB)
2003	13.20	9.00	15.50	7.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	3.00	25.20	25.20	(DIC)
2004	5.00	18.70	27.50	13.40	0.00	1.00	0.00	0.00	4.30	1.30	2.20	10.30	27.50	(MAR)
2005	10.30	21.40	24.50	34.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	30.70	34.90	(ABR)
2006	74.00	65.30	15.60	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	6.30	21.80	74.00	(ENE)
2007	22.00	6.20	21.80	17.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	3.00	3.50	22.00	(ENE)
2008	8.00	0.00	21.50	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	4.40	3.80	21.50	(MAR)
2009	14.90	12.50	16.60	21.50	2.00	0.00	0.00	0.70	0.00	12.30	4.40	4.50	21.50	(ABR)
2010	10.60	32.30	19.50	10.60	0.60	0.00	0.00	0.00	12.40	1.50	3.50	12.20	32.30	(FEB)
2011	13.20	7.10	12.40	12.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.60	3.20	8.80	8.40	13.20	(ENE)
2012	12.00	21.60	27.80	12.20	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	16.50	5.40	16.40	27.80	(MAR)
2013	10.10	30.40	25.40	13.50	3.50	0.00	0.00	0.70	0.00	12.40	5.40	13.00	30.40	(FEB)
2014	43.80	9.30	18.60	10.60	4.20	0.00	0.00	3.80	2.80	7.20	13.20	8.20	43.80	(ENE)
2015	35.80	14.60	16.80	22.40	0.00	0.00	0.00	0.60	1.20	3.80	3.60	21.30	35.80	(ENE)
2016	16.60	24.20	19.50	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	2.40	0.00	4.40	24.20	(FEB)
2017	32.40	15.20	28.90	6.40	3.20	0.00	0.00	0.00	4.40	3.80	5.30	7.40	32.40	(ENE)
2018	17.40	34.70	31.00	15.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.70	(FEB)
MAX	**74.00**	**65.30**	**37.50**	**34.90**	**15.00**	**10.00**	**11.40**	**19.20**	**12.40**	**16.50**	**24.70**	**49.10**	**74.00**	

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	*xi*	*(xi - x)^2*
1	1963	(DIC)	9.20	295.10
2	1964	(FEB)	26.50	0.01
3	1965	(MAR)	26.00	0.14
4	1966	(MAR)	37.50	123.69
5	1967	(FEB)	41.00	213.79
6	1968	(ENE)	17.10	86.09
7	1969	(MAR)	25.00	1.90
8	1970	(ENE)	61.80	1254.68
9	1971	(MAR)	21.40	24.79
10	1972	(DIC)	49.10	516.26
11	1973	(ENE)	31.20	23.25
12	1974	(MAR)	18.20	66.89
13	1975	(MAR)	17.30	82.42
14	1976	(FEB)	20.00	40.69
15	1977	(DIC)	21.00	28.93
16	1978	(ABR)	33.30	47.91
17	1979	(MAR)	27.90	2.31
18	1980	(MAR)	34.40	64.34
19	1981	(DIC)	32.10	32.73
20	1982	(NOV)	22.50	15.04
21	1983	(DIC)	30.00	13.11
22	1984	(FEB)	22.00	19.17
23	1985	(MAR)	19.80	43.28
24	1986	(MAR)	15.50	118.34
25	1987	(ENE)	20.90	30.01
26	1988	(FEB)	30.00	13.11
27	1989	(FEB)	12.20	201.03
28	1990	(ENE)	15.00	129.47
29	1991	(ENE)	10.10	264.99
30	1992	(MAR)	10.00	268.26
31	1993	(ENE)	12.60	189.85
32	1994	(FEB)	21.00	28.93
33	1995	(DIC)	15.00	129.47
34	1996	(FEB)	26.00	0.14
35	1997	(FEB)	43.00	276.27
36	1998	(MAR)	12.00	206.74
37	1999	(MAR)	16.50	97.59
38	2000	(DIC)	11.80	212.53
39	2001	(MAR)	34.60	67.59
40	2002	(FEB)	25.50	0.77
41	2003	(DIC)	25.20	1.39
42	2004	(MAR)	27.50	1.26
43	2005	(ABR)	34.90	72.61
44	2006	(ENE)	74.00	2267.80
45	2007	(ENE)	22.00	19.17
46	2008	(MAR)	21.50	23.80
47	2009	(ABR)	21.50	23.80
48	2010	(FEB)	32.30	35.06
49	2011	(ENE)	13.20	173.67
50	2012	(MAR)	27.80	2.02
51	2013	(FEB)	30.40	16.17
52	2014	(ENE)	43.80	303.51
53	2015	(ENE)	35.80	88.76
54	2016	(FEB)	24.20	4.75
55	2017	(ENE)	32.40	36.26
56	2018	(FEB)	34.70	69.25
56		***Suma***	**1477.2**	**8370.9**

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	44.67	29.14	22.70	19.01	16.56	14.80	13.46	12.40	11.53	10.81	10.19	9.66
5	54.11	35.30	27.49	23.02	20.07	17.93	16.31	15.02	13.97	13.09	12.34	11.70
10	62.56	40.81	31.78	26.62	23.20	20.73	18.85	17.36	16.15	15.13	14.27	13.52
25	75.78	49.43	38.50	32.24	28.10	25.11	22.84	21.03	19.56	18.33	17.28	16.38
50	87.60	57.14	44.51	37.27	32.48	29.03	26.40	24.31	22.61	21.19	19.98	18.94
100	101.27	66.06	51.45	43.09	37.55	33.56	30.52	28.11	26.14	24.50	23.10	21.89
500	141.82	92.51	72.05	60.34	52.59	47.00	42.74	39.36	36.61	34.30	32.35	30.66

Curvas IDF de la cuenca



Santiago de tuna

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo	
1965	0.00	0.00	26.70	7.50	1.30	0.00	0.30	0.00	0.30	9.30	0.20	0.20	26.70	(MAR)
1966	11.50	9.30	42.00	2.10	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	14.20	0.10	5.00	42.00	(MAR)
1967	33.40	78.10	23.40	3.10	1.00	0.00	0.80	0.00	0.00	5.60	3.40	13.20	78.10	(FEB)
1968	0.10	5.20	7.80	13.50	5.10	0.20	0.00	0.00	0.10	1.30	2.10	3.00	13.50	(ABR)
1969	8.40	25.10	20.20	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	3.20	10.50	25.10	(FEB)
1970	89.90	81.00	5.80	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.00	8.00	5.90	89.90	(ENE)
1971	12.50	36.20	22.20	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	6.30	36.20	(FEB)
1972	13.90	35.70	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	4.70	37.00	(MAR)
1973	17.80	17.00	49.70	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	2.00	2.90	5.20	49.70	(MAR)
1974	3.30	23.90	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	10.70	27.70	(MAR)
1975	9.60	11.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.30	24.00	(MAR)
1976	16.00	20.50	10.10	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	20.50	(FEB)
1977	9.80	40.00	42.10	7.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	17.40	42.10	(MAR)
1978	8.30	7.10	25.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.80	2.70	25.30	(MAR)
1979	1.30	3.10	31.10	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	31.10	(MAR)
1980	10.80	8.50	20.60	13.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	2.10	2.10	20.60	(MAR)
1981	18.70	27.40	46.50	4.10	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	18.30	46.50	(MAR)
1982	9.30	35.80	15.80	11.80	0.00	0.00	0.70	0.90	0.00	0.40	9.10	0.00	35.80	(FEB)
1983	22.40	19.10	46.30	1.80	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	5.80	28.10	46.30	(MAR)
1984	27.10	38.60	23.40	3.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	11.70	14.30	38.60	(FEB)
1985	7.40	9.00	14.60	2.10	3.30	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	9.20	18.60	18.60	(DIC)
1986	16.50	30.70	27.90	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.40	30.70	(FEB)
1987	12.00	8.10	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	20.30	22.00	(MAR)
1988	28.20	17.10	10.00	10.40	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	24.50	28.20	(ENE)
1989	33.50	31.90	31.60	16.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	2.30	33.50	(ENE)
1990	4.40	3.70	14.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	8.70	36.80	36.80	(DIC)
1991	14.00	2.30	33.20	2.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	20.50	20.30	33.20	(MAR)
1992	5.30	3.00	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	3.30	5.80	(MAR)
1993	4.00	38.70	13.10	9.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	12.60	38.70	(FEB)
1994	12.50	10.00	12.40	3.10	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	14.90	14.90	(DIC)
1995	8.10	8.50	12.20	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	8.20	7.80	12.20	(MAR)
1996	12.10	15.70	10.20	8.20	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3.20	15.70	(FEB)
1997	5.70	12.30	4.30	8.00	0.00	0.00	0.00	1.50	7.00	5.00	5.70	15.10	15.10	(DIC)
1998	13.00	30.20	20.50	3.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	15.60	30.20	(FEB)
1999	7.50	19.60	11.00	6.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.60	4.10	6.50	11.00	19.60	(FEB)
2000	8.60	17.90	13.80	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3.90	4.00	4.20	17.90	(FEB)
2001	12.60	13.50	10.50	10.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	4.80	1.00	13.50	(FEB)
2002	5.00	15.40	10.50	6.50	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	8.60	8.70	6.20	15.40	(FEB)
2003	6.80	8.00	6.80	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	1.70	0.70	14.00	14.00	(DIC)
2004	4.00	11.70	7.50	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.40	2.00	9.10	11.70	(FEB)
2005	7.30	14.30	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.70	14.30	(FEB)
2006	15.10	12.50	11.00	14.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	7.00	15.10	(ENE)
2007	5.70	9.50	10.50	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	2.70	10.20	10.50	(MAR)
2008	8.00	30.00	30.80	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	30.80	(MAR)
2009	14.30	35.00	38.00	16.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	2.50	5.50	38.00	(MAR)
2010	9.00	7.00	11.00	11.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.60	4.00	11.10	(ABR)
2011	11.50	13.80	9.50	3.50	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	6.30	3.00	13.80	(FEB)
2012	17.50	31.00	13.50	22.50	2.80	0.00	0.00	0.00	1.50	7.50	3.60	9.20	31.00	(FEB)
2013	5.00	35.60	12.00	1.70	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	1.50	35.60	(FEB)
2014	6.70	12.80	23.70	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	8.00	23.70	(MAR)
2015	15.40	17.20	37.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	1.50	1.50	37.00	(MAR)
2016	8.80	24.00	13.30	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	24.00	(FEB)
2017	27.30	42.80	18.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	42.80	(FEB)
2018	7.00	17.70	24.20	3.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.20	(MAR)
MAX	**89.90**	**81.00**	**49.70**	**22.50**	**5.10**	**0.20**	**3.20**	**1.50**	**7.00**	**14.20**	**20.50**	**36.80**	**89.90**	

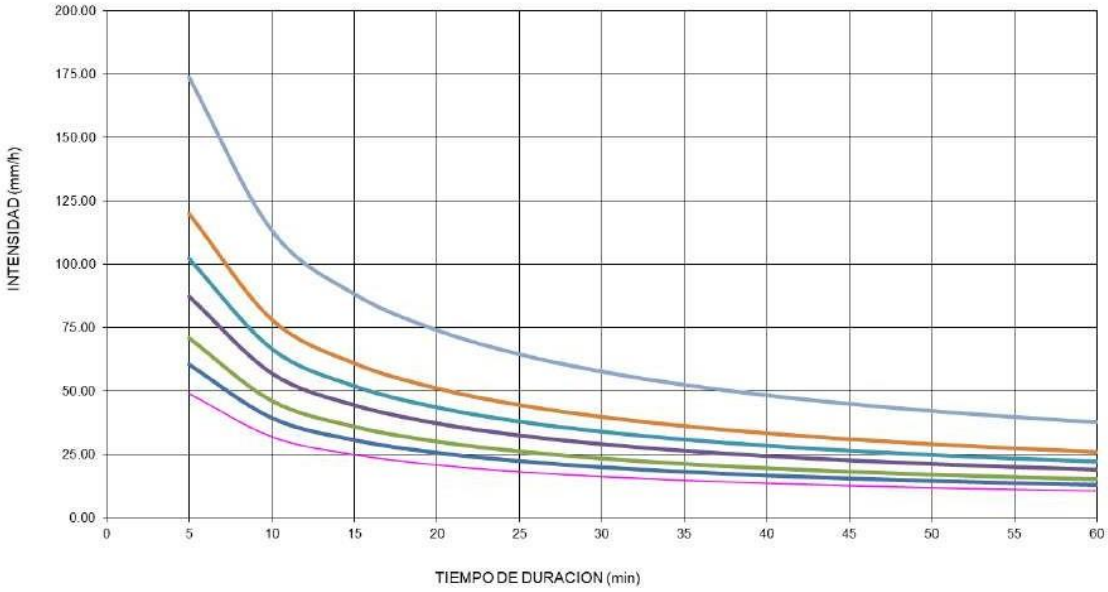
Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	*xi*	*(xi - x)^2*
1	1965	(MAR)	26.70	3.06
2	1966	(MAR)	42.00	183.60
3	1967	(FEB)	78.10	2465.12
4	1968	(ABR)	13.50	223.50
5	1969	(FEB)	25.10	11.22
6	1970	(ENE)	89.90	3776.10
7	1971	(FEB)	36.20	60.06
8	1972	(MAR)	37.00	73.10
9	1973	(MAR)	49.70	451.56
10	1974	(MAR)	27.70	0.56
11	1975	(MAR)	24.00	19.80
12	1976	(FEB)	20.50	63.20
13	1977	(MAR)	42.10	186.32
14	1978	(MAR)	25.30	9.92
15	1979	(MAR)	31.10	7.02
16	1980	(MAR)	20.60	61.62
17	1981	(MAR)	46.50	325.80
18	1982	(FEB)	35.80	54.02
19	1983	(MAR)	46.30	318.62
20	1984	(FEB)	38.60	103.02
21	1985	(DIC)	18.60	97.02
22	1986	(FEB)	30.70	5.06
23	1987	(MAR)	22.00	41.60
24	1988	(ENE)	28.20	0.06
25	1989	(ENE)	33.50	25.50
26	1990	(DIC)	36.80	69.72
27	1991	(MAR)	33.20	22.56
28	1992	(MAR)	5.80	513.02
29	1993	(FEB)	38.70	105.06
30	1994	(DIC)	14.90	183.60
31	1995	(MAR)	12.20	264.06
32	1996	(FEB)	15.70	162.56
33	1997	(DIC)	15.10	178.22
34	1998	(FEB)	30.20	3.06
35	1999	(FEB)	19.60	78.32
36	2000	(FEB)	17.90	111.30
37	2001	(FEB)	13.50	223.50
38	2002	(FEB)	15.40	170.30
39	2003	(DIC)	14.00	208.80
40	2004	(FEB)	11.70	280.56
41	2005	(FEB)	14.30	200.22
42	2006	(ENE)	15.10	178.22
43	2007	(MAR)	10.50	322.20
44	2008	(MAR)	30.80	5.52
45	2009	(MAR)	38.00	91.20
46	2010	(ABR)	11.10	301.02
47	2011	(FEB)	13.80	214.62
48	2012	(FEB)	31.00	6.50
49	2013	(FEB)	35.60	51.12
50	2014	(MAR)	23.70	22.56
51	2015	(MAR)	37.00	73.10
52	2016	(FEB)	24.00	19.80
53	2017	(FEB)	42.80	205.92
54	2018	(MAR)	24.20	18.06
54		***Suma***	**1536.3**	**12851.3**

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24	29.2580	44.8081	55.1036	68.1120	77.7624	
18 hr	X18 = 91%	26.6248	40.7753	50.1443	61.9819	70	
12 hr	X12 = 80%	23.4064	35.8465	44.0829	54.48		
8 hr	X8 = 68%	19.8954	30.4695	37.4704			
6 hr	X6 = 61%	17.8474	27.3329				
5 hr	X5 = 57%	16.6770	25				
4 hr	X4 = 52%	15.214					
3 hr	X3 = 46%						
2 hr	X						
1							

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1440	1.2191	1.8670	2.2960	2.8380	3.2401	
18 hr	1080	1.4792	2.2653	2.7858	3.4434	3.	
12 hr	720	1.9505	2.9872	3.6736	4.540		
8 hr	480	2.4869	3.8087	4.6838			
6 hr	360	2.9746	4.5555				
5 hr	300	3.3354	5.				
4 hr	240	3.803					
3 hr	180						
2 hr							
1							

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	48.91	31.90	24.85	20.81	18.14	16.21	14.74	13.57	12.62	11.83	11.15	10.57
5	60.35	39.37	30.66	25.68	22.38	20.00	18.19	16.75	15.58	14.60	13.77	13.05
10	70.76	46.16	35.95	30.11	26.24	23.45	21.33	19.64	18.26	17.12	16.14	15.30
25	87.33	56.96	44.37	37.16	32.38	28.94	26.32	24.24	22.54	21.12	19.92	18.88
50	102.38	66.79	52.02	43.56	37.97	33.93	30.86	28.42	26.43	24.77	23.35	22.13
100	120.04	78.30	60.99	51.08	44.51	39.78	36.18	33.32	30.98	29.04	27.38	25.95
500	173.69	113.30	88.24	73.90	64.41	57.56	52.34	48.21	44.83	42.01	39.62	37.55

Curvas IDF de la cuenca



Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP2
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00
End of Run: 23may2023, 12:00
Compute Time:DATA CHANGED, RECOMPUTE

Basin Model: microcuenca
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications:Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,16	0,16	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,18	0,18	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,20	0,20	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	0,22	0,22	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	0,25	0,25	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	0,29	0,29	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	0,36	0,36	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:20	0,51	0,51	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:30	2,28	2,28	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:40	0,90	0,90	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:50	0,46	0,44	0,02	0,0	0,0	0,0
23may2023	02:00	0,34	0,32	0,02	0,1	0,0	0,1
23may2023	02:10	0,27	0,24	0,03	0,1	0,0	0,1
23may2023	02:20	0,23	0,20	0,03	0,2	0,0	0,2
23may2023	02:30	0,21	0,18	0,03	0,4	0,0	0,4
23may2023	02:40	0,19	0,16	0,03	0,6	0,0	0,6
23may2023	02:50	0,18	0,15	0,03	0,9	0,0	0,9
23may2023	03:00	0,16	0,13	0,03	1,3	0,0	1,3
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	1,7	0,0	1,7
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	2,1	0,0	2,1
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	2,5	0,0	2,5
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	2,9	0,0	2,9
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	3,2	0,0	3,2
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	3,3	0,0	3,3
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	3,4	0,0	3,4
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	3,4	0,0	3,4
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	3,3	0,0	3,3
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	3,1	0,0	3,1
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	2,8	0,0	2,8
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	2,6	0,0	2,6
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	2,3	0,0	2,3
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	2,0	0,0	2,0
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	1,8	0,0	1,8
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	1,5
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	1,3	0,0	1,3
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	1,1	0,0	1,1
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	1,0	0,0	1,0
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	0,8	0,0	0,8
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	0,7	0,0	0,7
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	0,6	0,0	0,6
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	0,5	0,0	0,5
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	0,5	0,0	0,5
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	0,4	0,0	0,4
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	0,4	0,0	0,4
23may2023	07:30	0,00	0,00	0,00	0,3	0,0	0,3

Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP5
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00 Basin Model: microcuenca
End of Run: 23may2023, 12:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21may2023, 22:32:40 Control Specifications: Control 1

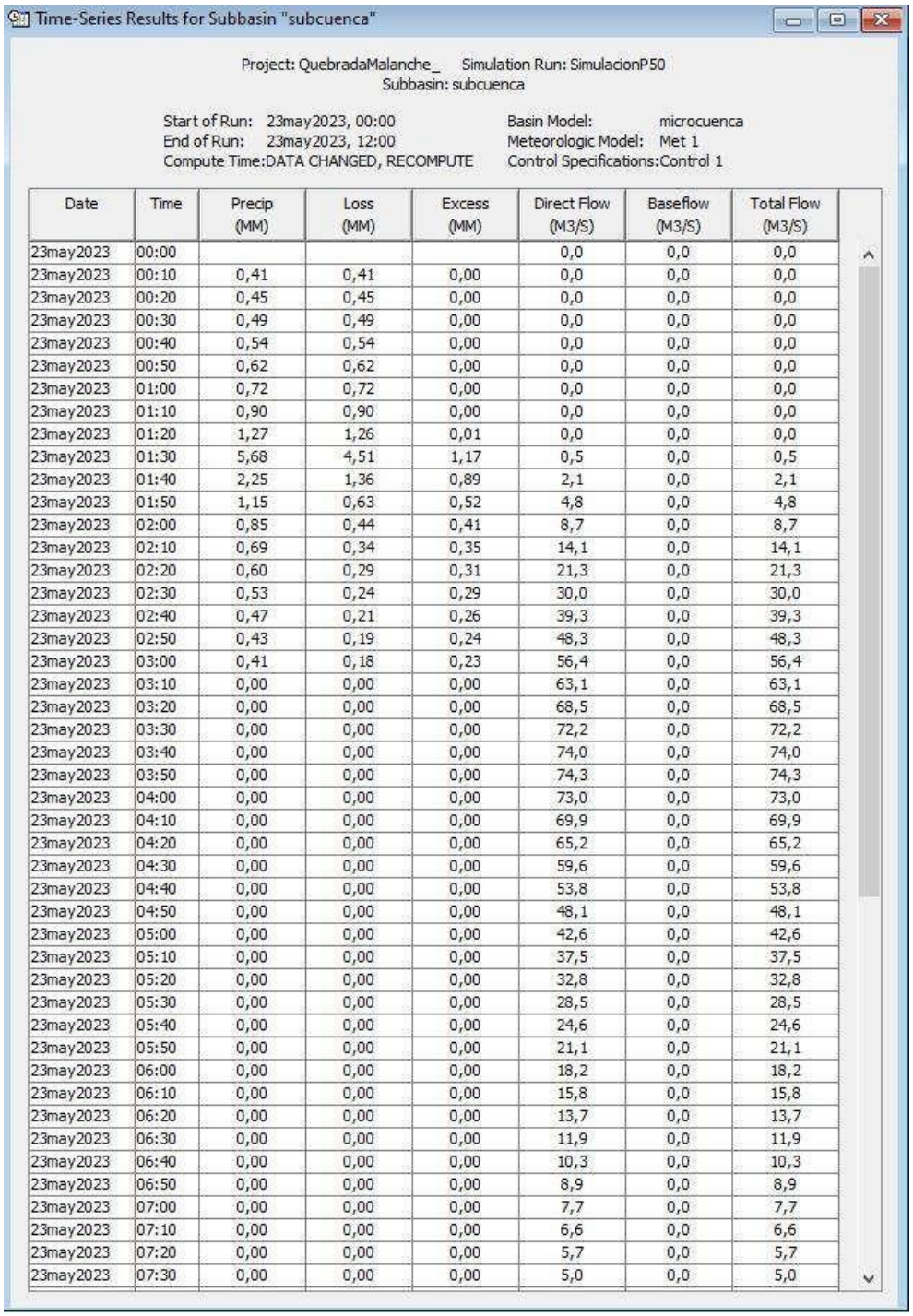
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,21	0,21	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,23	0,23	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,25	0,25	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	0,28	0,28	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	0,32	0,32	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	0,38	0,38	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	0,47	0,47	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:20	0,66	0,66	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:30	2,95	2,93	0,02	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:40	1,17	1,06	0,11	0,1	0,0	0,1
23may2023	01:50	0,60	0,51	0,09	0,3	0,0	0,3
23may2023	02:00	0,44	0,36	0,08	0,6	0,0	0,6
23may2023	02:10	0,36	0,28	0,08	1,1	0,0	1,1
23may2023	02:20	0,31	0,24	0,07	1,7	0,0	1,7
23may2023	02:30	0,27	0,20	0,07	2,7	0,0	2,7
23may2023	02:40	0,25	0,19	0,06	3,8	0,0	3,8
23may2023	02:50	0,23	0,17	0,06	5,1	0,0	5,1
23may2023	03:00	0,21	0,15	0,06	6,4	0,0	6,4
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	7,7	0,0	7,7
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	8,9	0,0	8,9
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	9,9	0,0	9,9
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	10,7	0,0	10,7
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	11,2	0,0	11,2
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	11,4	0,0	11,4
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	11,3	0,0	11,3
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	10,9	0,0	10,9
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	10,3	0,0	10,3
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	9,5	0,0	9,5
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	8,6	0,0	8,6
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	7,7	0,0	7,7
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	6,8	0,0	6,8
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	6,0	0,0	6,0
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	5,2	0,0	5,2
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	4,5	0,0	4,5
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	3,8	0,0	3,8
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	3,3	0,0	3,3
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	2,9	0,0	2,9
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	2,5	0,0	2,5
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	2,1	0,0	2,1
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	1,9	0,0	1,9
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	1,6	0,0	1,6
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	1,4	0,0	1,4
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	1,2	0,0	1,2
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	1,0	0,0	1,0
23may2023	07:30	0,00	0,00	0,00	0,9	0,0	0,9

Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP10
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00 Basin Model: microcuenca
End of Run: 23may2023, 12:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21may2023, 21:44:36 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,26	0,26	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,28	0,28	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,31	0,31	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	0,35	0,35	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	0,39	0,39	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	0,46	0,46	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	0,57	0,57	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:20	0,81	0,81	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:30	3,60	3,45	0,15	0,1	0,0	0,1
23may2023	01:40	1,42	1,16	0,26	0,3	0,0	0,3
23may2023	01:50	0,73	0,55	0,18	0,9	0,0	0,9
23may2023	02:00	0,53	0,38	0,15	1,7	0,0	1,7
23may2023	02:10	0,44	0,31	0,13	3,0	0,0	3,0
23may2023	02:20	0,37	0,25	0,12	4,6	0,0	4,6
23may2023	02:30	0,33	0,22	0,11	6,8	0,0	6,8
23may2023	02:40	0,30	0,20	0,10	9,3	0,0	9,3
23may2023	02:50	0,27	0,17	0,10	11,9	0,0	11,9
23may2023	03:00	0,26	0,16	0,10	14,5	0,0	14,5
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	16,9	0,0	16,9
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	18,9	0,0	18,9
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	20,5	0,0	20,5
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	21,6	0,0	21,6
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	22,2	0,0	22,2
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	22,3	0,0	22,3
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	21,8	0,0	21,8
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	20,7	0,0	20,7
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	19,3	0,0	19,3
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	17,6	0,0	17,6
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	15,9	0,0	15,9
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	14,2	0,0	14,2
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	12,5	0,0	12,5
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	10,9	0,0	10,9
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	9,5	0,0	9,5
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	8,2	0,0	8,2
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	7,0	0,0	7,0
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	6,1	0,0	6,1
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	5,2	0,0	5,2
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	4,5	0,0	4,5
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	3,9	0,0	3,9
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	3,4	0,0	3,4
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	3,0	0,0	3,0
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	2,6	0,0	2,6
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	2,2	0,0	2,2
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	1,9	0,0	1,9
23may2023	07:30	0,00	0,00	0,00	1,7	0,0	1,7



Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP50
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00 Basin Model: microcuenca
End of Run: 23may2023, 12:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time:DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications:Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,41	0,41	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,45	0,45	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,49	0,49	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	0,54	0,54	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	0,62	0,62	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	0,72	0,72	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	0,90	0,90	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:20	1,27	1,26	0,01	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:30	5,68	4,51	1,17	0,5	0,0	0,5
23may2023	01:40	2,25	1,36	0,89	2,1	0,0	2,1
23may2023	01:50	1,15	0,63	0,52	4,8	0,0	4,8
23may2023	02:00	0,85	0,44	0,41	8,7	0,0	8,7
23may2023	02:10	0,69	0,34	0,35	14,1	0,0	14,1
23may2023	02:20	0,60	0,29	0,31	21,3	0,0	21,3
23may2023	02:30	0,53	0,24	0,29	30,0	0,0	30,0
23may2023	02:40	0,47	0,21	0,26	39,3	0,0	39,3
23may2023	02:50	0,43	0,19	0,24	48,3	0,0	48,3
23may2023	03:00	0,41	0,18	0,23	56,4	0,0	56,4
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	63,1	0,0	63,1
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	68,5	0,0	68,5
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	72,2	0,0	72,2
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	74,0	0,0	74,0
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	74,3	0,0	74,3
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	73,0	0,0	73,0
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	69,9	0,0	69,9
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	65,2	0,0	65,2
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	59,6	0,0	59,6
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	53,8	0,0	53,8
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	48,1	0,0	48,1
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	42,6	0,0	42,6
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	37,5	0,0	37,5
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	32,8	0,0	32,8
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	28,5	0,0	28,5
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	24,6	0,0	24,6
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	21,1	0,0	21,1
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	18,2	0,0	18,2
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	15,8	0,0	15,8
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	13,7	0,0	13,7
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	11,9	0,0	11,9
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	10,3	0,0	10,3
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	8,9	0,0	8,9
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	7,7	0,0	7,7
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	6,6	0,0	6,6
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	5,7	0,0	5,7
23may2023	07:30	0,00	0,00	0,00	5,0	0,0	5,0

Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP25
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00
End of Run: 23may2023, 12:00
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE

Basin Model: microcuenca
Meteorologic Model: Met 1
Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,34	0,34	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,37	0,37	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,39	0,39	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	0,45	0,45	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	0,50	0,50	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	0,59	0,59	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	0,73	0,73	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:20	1,04	1,04	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:30	4,67	4,11	0,56	0,3	0,0	0,3
23may2023	01:40	1,85	1,29	0,56	1,1	0,0	1,1
23may2023	01:50	0,93	0,59	0,34	2,6	0,0	2,6
23may2023	02:00	0,70	0,42	0,28	4,7	0,0	4,7
23may2023	02:10	0,57	0,33	0,24	7,8	0,0	7,8
23may2023	02:20	0,49	0,28	0,21	11,8	0,0	11,8
23may2023	02:30	0,43	0,24	0,19	16,9	0,0	16,9
23may2023	02:40	0,39	0,21	0,18	22,5	0,0	22,5
23may2023	02:50	0,36	0,19	0,17	28,0	0,0	28,0
23may2023	03:00	0,33	0,17	0,16	33,2	0,0	33,2
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	37,6	0,0	37,6
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	41,3	0,0	41,3
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	44,0	0,0	44,0
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	45,5	0,0	45,5
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	46,1	0,0	46,1
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	45,6	0,0	45,6
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	44,1	0,0	44,1
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	41,4	0,0	41,4
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	38,1	0,0	38,1
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	34,5	0,0	34,5
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	31,0	0,0	31,0
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	27,5	0,0	27,5
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	24,2	0,0	24,2
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	21,2	0,0	21,2
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	18,4	0,0	18,4
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	15,9	0,0	15,9
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	13,6	0,0	13,6
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	11,8	0,0	11,8
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	10,2	0,0	10,2
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	8,8	0,0	8,8
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	7,6	0,0	7,6
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	6,6	0,0	6,6
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	5,7	0,0	5,7
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	5,0	0,0	5,0
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	4,3	0,0	4,3
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	3,7	0,0	3,7

Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP100
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00 Basin Model: microcuenca
End of Run: 23may2023, 12:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21may2023, 21:03:42 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,50	0,50	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,54	0,54	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,59	0,59	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	0,66	0,66	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	0,75	0,75	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	0,88	0,88	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	1,09	1,09	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:20	1,55	1,46	0,09	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:30	6,93	4,88	2,05	1,0	0,0	1,0
23may2023	01:40	2,74	1,42	1,32	3,8	0,0	3,8
23may2023	01:50	1,39	0,64	0,75	8,4	0,0	8,4
23may2023	02:00	1,02	0,44	0,58	14,9	0,0	14,9
23may2023	02:10	0,84	0,35	0,49	23,7	0,0	23,7
23may2023	02:20	0,72	0,28	0,44	35,3	0,0	35,3
23may2023	02:30	0,64	0,24	0,40	49,2	0,0	49,2
23may2023	02:40	0,58	0,22	0,36	63,7	0,0	63,7
23may2023	02:50	0,53	0,19	0,34	77,3	0,0	77,3
23may2023	03:00	0,49	0,17	0,32	89,3	0,0	89,3
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	98,9	0,0	98,9
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	106,3	0,0	106,3
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	111,1	0,0	111,1
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	113,1	0,0	113,1
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	112,7	0,0	112,7
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	110,1	0,0	110,1
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	104,9	0,0	104,9
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	97,2	0,0	97,2
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	88,3	0,0	88,3
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	79,5	0,0	79,5
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	71,0	0,0	71,0
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	62,8	0,0	62,8
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	55,1	0,0	55,1
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	48,2	0,0	48,2
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	41,9	0,0	41,9
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	36,2	0,0	36,2
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	31,1	0,0	31,1
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	26,8	0,0	26,8
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	23,2	0,0	23,2
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	20,1	0,0	20,1
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	17,4	0,0	17,4
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	15,1	0,0	15,1
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	13,1	0,0	13,1
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	11,3	0,0	11,3
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	9,8	0,0	9,8
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	8,4	0,0	8,4
23may2023	07:30	0,00	0,00	0,00	7,3	0,0	7,3

Time-Series Results for Subbasin "subcuenca"

Project: QuebradaMalanche_ Simulation Run: SimulacionP500
Subbasin: subcuenca

Start of Run: 23may2023, 00:00 Basin Model: microcuenca
End of Run: 23may2023, 12:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 21may2023, 21:15:16 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
23may2023	00:00				0,0	0,0	0,0
23may2023	00:10	0,79	0,79	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:20	0,86	0,86	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:30	0,94	0,94	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:40	1,03	1,03	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	00:50	1,18	1,18	0,00	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:00	1,39	1,34	0,05	0,0	0,0	0,0
23may2023	01:10	1,73	1,48	0,25	0,2	0,0	0,2
23may2023	01:20	2,45	1,81	0,64	0,8	0,0	0,8
23may2023	01:30	10,94	5,47	5,47	4,3	0,0	4,3
23may2023	01:40	4,33	1,44	2,89	12,5	0,0	12,5
23may2023	01:50	2,19	0,63	1,56	25,3	0,0	25,3
23may2023	02:00	1,62	0,43	1,19	42,8	0,0	42,8
23may2023	02:10	1,33	0,33	1,00	66,1	0,0	66,1
23may2023	02:20	1,14	0,27	0,87	95,9	0,0	95,9
23may2023	02:30	1,01	0,23	0,78	130,4	0,0	130,4
23may2023	02:40	0,92	0,20	0,72	164,7	0,0	164,7
23may2023	02:50	0,84	0,18	0,66	195,7	0,0	195,7
23may2023	03:00	0,78	0,16	0,62	221,8	0,0	221,8
23may2023	03:10	0,00	0,00	0,00	241,5	0,0	241,5
23may2023	03:20	0,00	0,00	0,00	255,8	0,0	255,8
23may2023	03:30	0,00	0,00	0,00	263,7	0,0	263,7
23may2023	03:40	0,00	0,00	0,00	264,8	0,0	264,8
23may2023	03:50	0,00	0,00	0,00	261,0	0,0	261,0
23may2023	04:00	0,00	0,00	0,00	252,2	0,0	252,2
23may2023	04:10	0,00	0,00	0,00	237,6	0,0	237,6
23may2023	04:20	0,00	0,00	0,00	217,9	0,0	217,9
23may2023	04:30	0,00	0,00	0,00	196,4	0,0	196,4
23may2023	04:40	0,00	0,00	0,00	175,7	0,0	175,7
23may2023	04:50	0,00	0,00	0,00	156,3	0,0	156,3
23may2023	05:00	0,00	0,00	0,00	137,9	0,0	137,9
23may2023	05:10	0,00	0,00	0,00	121,0	0,0	121,0
23may2023	05:20	0,00	0,00	0,00	105,7	0,0	105,7
23may2023	05:30	0,00	0,00	0,00	91,9	0,0	91,9
23may2023	05:40	0,00	0,00	0,00	79,4	0,0	79,4
23may2023	05:50	0,00	0,00	0,00	68,2	0,0	68,2
23may2023	06:00	0,00	0,00	0,00	58,8	0,0	58,8
23may2023	06:10	0,00	0,00	0,00	50,9	0,0	50,9
23may2023	06:20	0,00	0,00	0,00	44,2	0,0	44,2
23may2023	06:30	0,00	0,00	0,00	38,3	0,0	38,3
23may2023	06:40	0,00	0,00	0,00	33,1	0,0	33,1
23may2023	06:50	0,00	0,00	0,00	28,7	0,0	28,7
23may2023	07:00	0,00	0,00	0,00	24,8	0,0	24,8
23may2023	07:10	0,00	0,00	0,00	21,4	0,0	21,4
23may2023	07:20	0,00	0,00	0,00	18,5	0,0	18,5
23may2023	07:30	0,00	0,00	0,00	16,1	0,0	16,1

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.7799	7.2724	-0.2486	-1.8078	52.8878
2	1080	0.9463	6.9847	-0.0552	-0.3857	48.7863
3	720	1.2478	6.5793	0.2214	1.4568	43.2865
4	480	1.5910	6.1738	0.4644	2.8669	38.1156
5	360	1.9030	5.8861	0.6434	3.7872	34.6462
6	300	2.1338	5.7038	0.7579	4.3230	32.5331
7	240	2.4333	5.4806	0.8892	4.8736	30.0374
8	180	2.8700	5.1930	1.0543	5.4751	26.9668
9	120	3.6499	4.7875	1.2947	6.1984	22.9201
10	60	5.6153	4.0943	1.7255	7.0648	16.7637
10	4980	23.1704	58.1555	6.7471	33.8522	346.9435
Ln (d) =	4.2593	d =	70.7626	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.2420	7.2724	0.2167	1.5763	52.8878
2	1080	1.5070	6.9847	0.4101	2.8645	48.7863
3	720	1.9872	6.5793	0.6867	4.5183	43.2865
4	480	2.5337	6.1738	0.9297	5.7397	38.1156
5	360	3.0305	5.8861	1.1087	6.5262	34.6462
6	300	3.3982	5.7038	1.2232	6.9771	32.5331
7	240	3.8751	5.4806	1.3546	7.4239	30.0374
8	180	4.5707	5.1930	1.5197	7.8915	26.9668
9	120	5.8127	4.7875	1.7600	8.4262	22.9201
10	60	8.9426	4.0943	2.1908	8.9700	16.7637
10	4980	36.8998	58.1555	11.4004	60.9137	346.9435
Ln (d) =	4.7247	d =	112.6923	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5480	7.2724	0.4370	3.1777	52.8878
2	1080	1.8782	6.9847	0.6303	4.4027	48.7863
3	720	2.4768	6.5793	0.9070	5.9671	43.2865
4	480	3.1579	6.1738	1.1499	7.0993	38.1156
5	360	3.7771	5.8861	1.3290	7.8224	34.6462
6	300	4.2353	5.7038	1.4435	8.2332	32.5331
7	240	4.8297	5.4806	1.5748	8.6309	30.0374
8	180	5.6966	5.1930	1.7399	9.0351	26.9668
9	120	7.2446	4.7875	1.9803	9.4805	22.9201
10	60	11.1455	4.0943	2.4110	9.8716	16.7637
10	4980	45.9898	58.1555	13.6025	73.7204	346.9435
Ln (d) =	4.9449	d =	140.4534	n =	-0.6164	

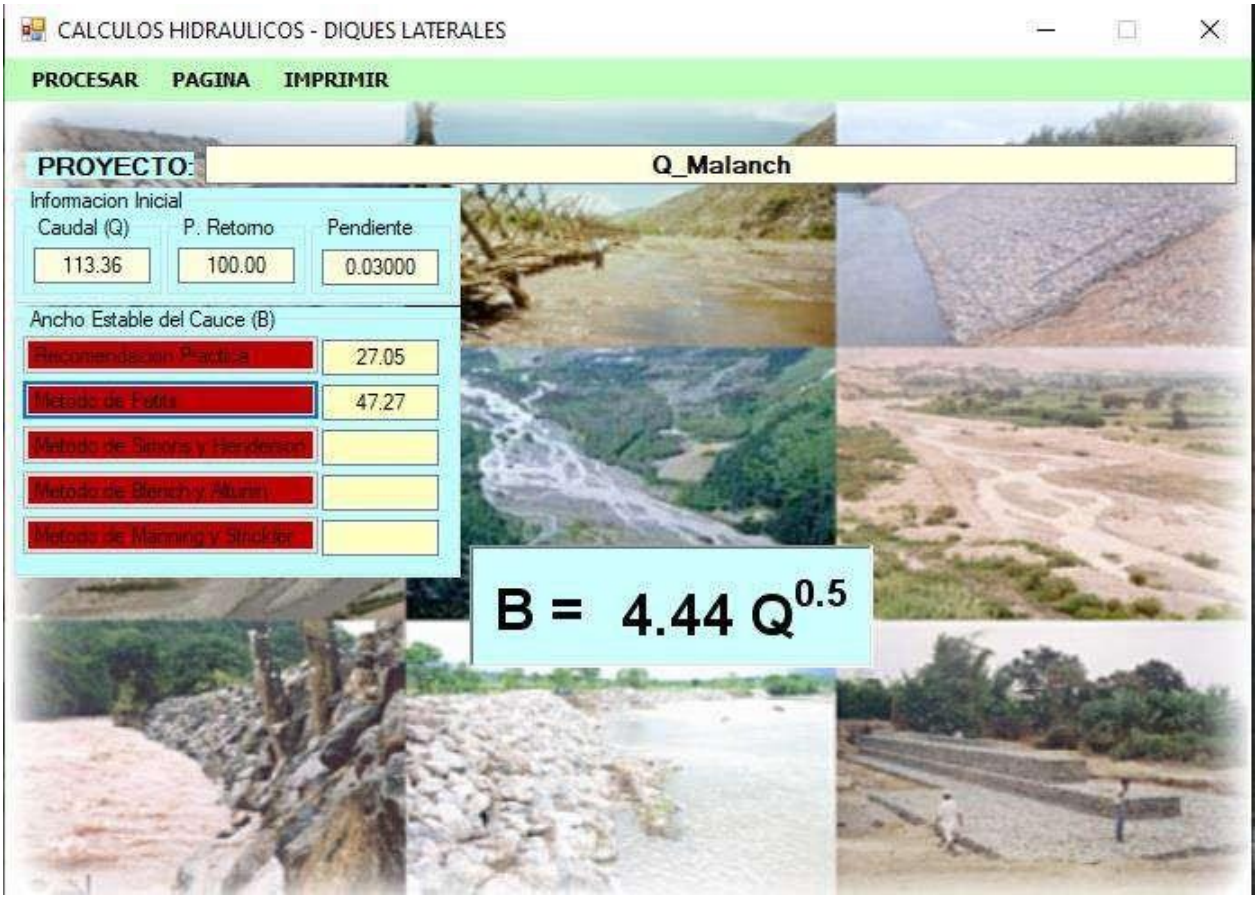
Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.9346	7.2724	0.6599	4.7990	52.8878
2	1080	2.3473	6.9847	0.8533	5.9598	48.7863
3	720	3.0953	6.5793	1.1299	7.4339	43.2865
4	480	3.9465	6.1738	1.3728	8.4756	38.1156
5	360	4.7204	5.8861	1.5519	9.1346	34.6462
6	300	5.2930	5.7038	1.6664	9.5047	32.5331
7	240	6.0359	5.4806	1.7977	9.8527	30.0374
8	180	7.1193	5.1930	1.9628	10.1928	26.9668
9	120	9.0538	4.7875	2.2032	10.5478	22.9201
10	60	13.9290	4.0943	2.6340	10.7844	16.7637
10	4980	57.4751	58.1555	15.8319	86.6851	346.9435
Ln (d) =	5.1678	d =	175.5296	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**2.2214**	7.2724	0.7981	5.8043	52.8878
2	**1080**	**2.6953**	6.9847	0.9915	6.9253	48.7863
3	**720**	**3.5542**	6.5793	1.2681	8.3433	43.2865
4	**480**	**4.5316**	6.1738	1.5111	9.3291	38.1156
5	**360**	**5.4202**	5.8861	1.6901	9.9482	34.6462
6	**300**	**6.0777**	5.7038	1.8046	10.2932	32.5331
7	**240**	**6.9307**	5.4806	1.9360	10.6103	30.0374
8	**180**	**8.1747**	5.1930	2.1010	10.9106	26.9668
9	**120**	**10.3960**	4.7875	2.3414	11.2096	22.9201
10	60	**15.9939**	4.0943	2.7722	11.3504	16.7637
10	4980	65.9956	**58.1555**	**17.2142**	**94.7243**	**346.9435**
Ln (d) =	**5.3060**		***d =***	**201.5512**	***n =***	**-0.6164**

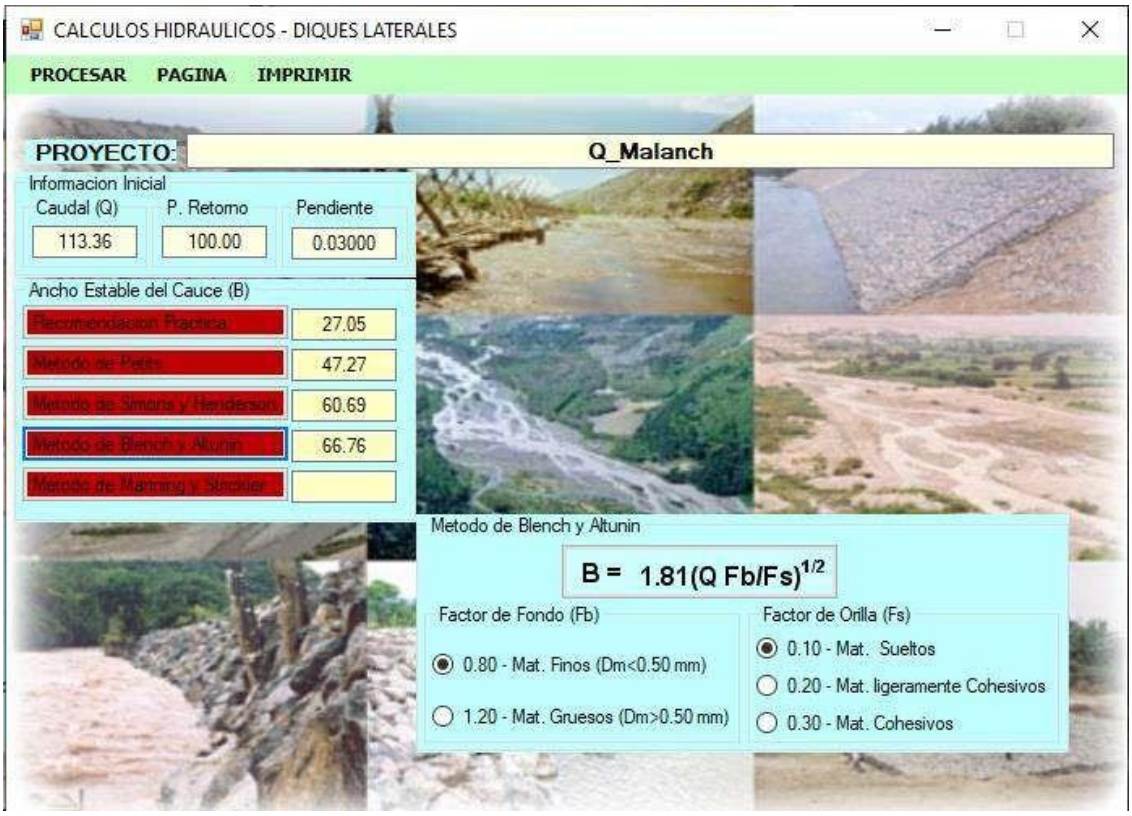
Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**2.5061**	7.2724	0.9187	6.6812	52.8878
2	**1080**	**3.0407**	6.9847	1.1121	7.7676	48.7863
3	**720**	**4.0097**	6.5793	1.3887	9.1367	43.2865
4	**480**	**5.1123**	6.1738	1.6317	10.0735	38.1156
5	**360**	**6.1148**	5.8861	1.8107	10.6580	34.6462
6	**300**	**6.8566**	5.7038	1.9252	10.9810	32.5331
7	**240**	**7.8189**	5.4806	2.0565	11.2712	30.0374
8	**180**	**9.2223**	5.1930	2.2216	11.5368	26.9668
9	**120**	**11.7283**	4.7875	2.4620	11.7868	22.9201
10	60	**18.0436**	4.0943	2.8928	11.8441	16.7637
10	4980	74.4531	**58.1555**	**18.4200**	**101.7368**	**346.9435**
Ln (d) =	**5.4266**		***d =***	**227.3806**	***n =***	**-0.6164**

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**3.1639**	7.2724	1.1518	8.3764	52.8878
2	**1080**	**3.8389**	6.9847	1.3452	9.3957	48.7863
3	**720**	**5.0622**	6.5793	1.6218	10.6703	43.2865
4	**480**	**6.4543**	6.1738	1.8648	11.5126	38.1156
5	360	**7.7199**	5.8861	2.0438	12.0300	34.6462
6	300	**8.6564**	5.7038	2.1583	12.3105	32.5331
7	**240**	**9.8714**	5.4806	2.2896	12.5487	30.0374
8	**180**	**11.6431**	5.1930	2.4547	12.7472	26.9668
9	**120**	**14.8070**	4.7875	2.6951	12.9028	22.9201
10	60	**22.7800**	4.0943	3.1259	12.7984	16.7637
10	4980	93.9972	**58.1555**	**20.7510**	**115.2926**	**346.9435**
Ln (d) =	**5.6597**		***d =***	**287.0684**	***n =***	**-0.6164**

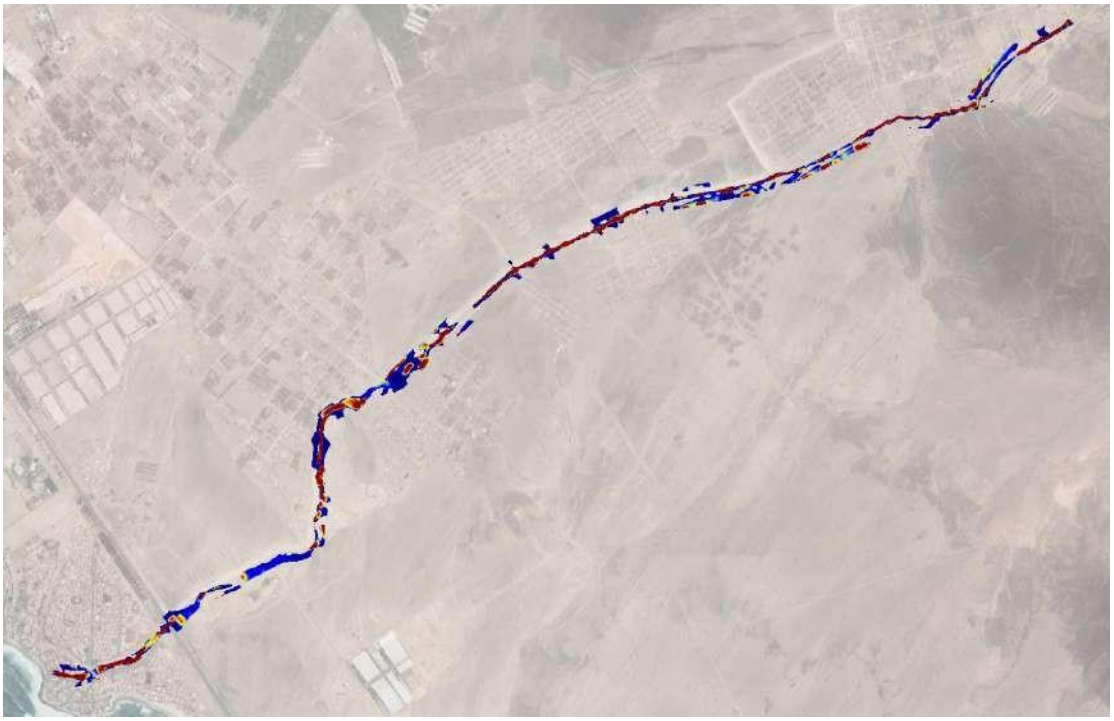
SECCIÓN DEL CAUCE

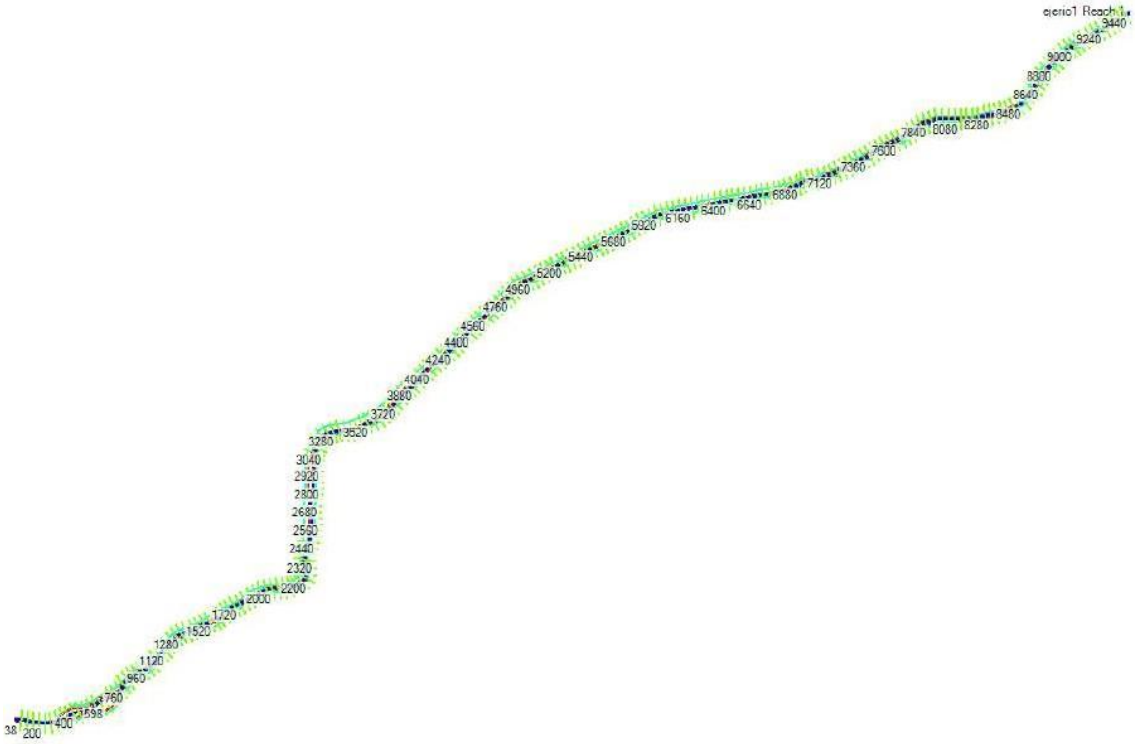

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES
PROCESAR
PAGINA
IMPRIMIR
PROYECTO:
Q_Malanch
Informacion Inicial
Caudal (Q)
P. Retorno
Pendiente
113.36
100.00
0.03000
Ancho Estable del Cauce (B)
Recomendacion Practica
27.05
Metodo de Petits
47.27
Metodo de Simons y Henderson
Metodo de Blench y Altunin
Metodo de Manning y Strickler
B = 4.44 Q^0.5

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES
PROCESAR
PAGINA
IMPRIMIR
PROYECTO:
Q_Malanch
Informacion Inicial
Caudal (Q)
P. Retorno
Pendiente
113.36
100.00
0.03000
Ancho Estable del Cauce (B)
Recomendacion Practica
27.05
Metodo de Petits
47.27
Metodo de Simons y Henderson
60.69
Metodo de Blench y Altunin
Metodo de Manning y Strickler
Metodo de Simons y Henderson
B = K1 Q^1/2
Fondo y Orillas de Arena ..... K1 = 5.70
Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo ..... K1 = 4.20
Fondo y Orillas de Material Cohesivo ..... K1 = 3.60
Fondo y Orillas del cauce de Grava ..... K1 = 2.90
Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo ..... K1 = 2.80

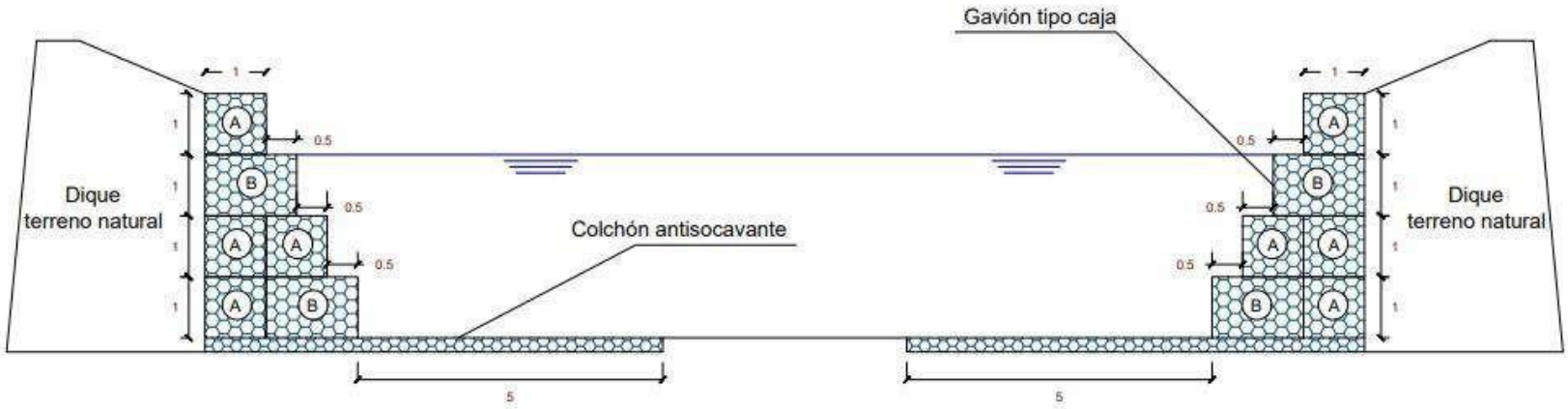


SIMULACION DE INUNDACÓN




38
200
400
598
760
960
1120
1280
1520
1720
2000
2200
2320
2440
2550
2680
2800
2920
3040
3280
3520
3720
3880
4040
4240
4400
4560
4760
4960
5200
5440
5680
5920
6160
6400
6640
6880
7120
7360
7600
7840
8080
8280
8460
8640
8800
9000
9240
9440

PLANOS SECCIONES



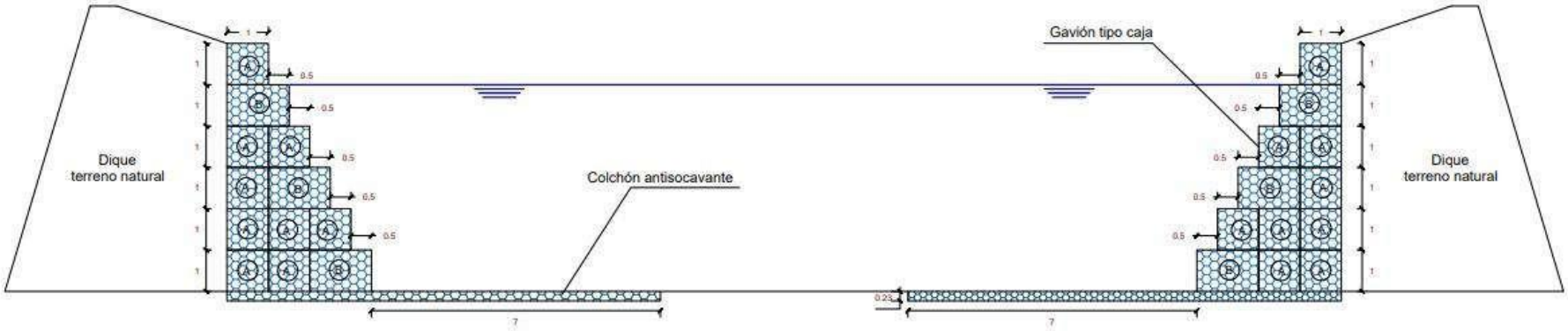
Sección I Gavión
(PROG. 0+00 - 1+280)

Esc.: 1:1000

Universidad San Martin de Porres
Facultad de Ingenieria y Arquitectura
EAP: TALLER DE TESIS

Tesis para optar por el titulo de Ingeniero Civil

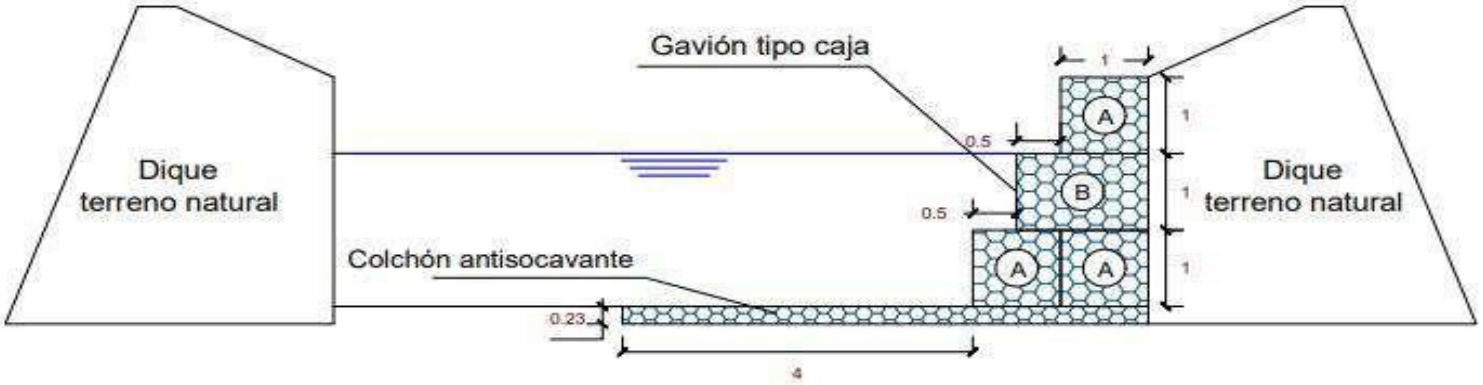
Titulo de la tesis:	**Diseño de defensa ribereña para la quebrada Malanche**
Alumno:	**Ormeño Gil Johan Armando**
Titulo del Plano:	**Sección Gaviones**
Plano N° :	**P-01**
Fecha:	**Junio 2023**



Sección II Gavión
(PROG. 2+700 - 4+400)

Esc.: 1:1000

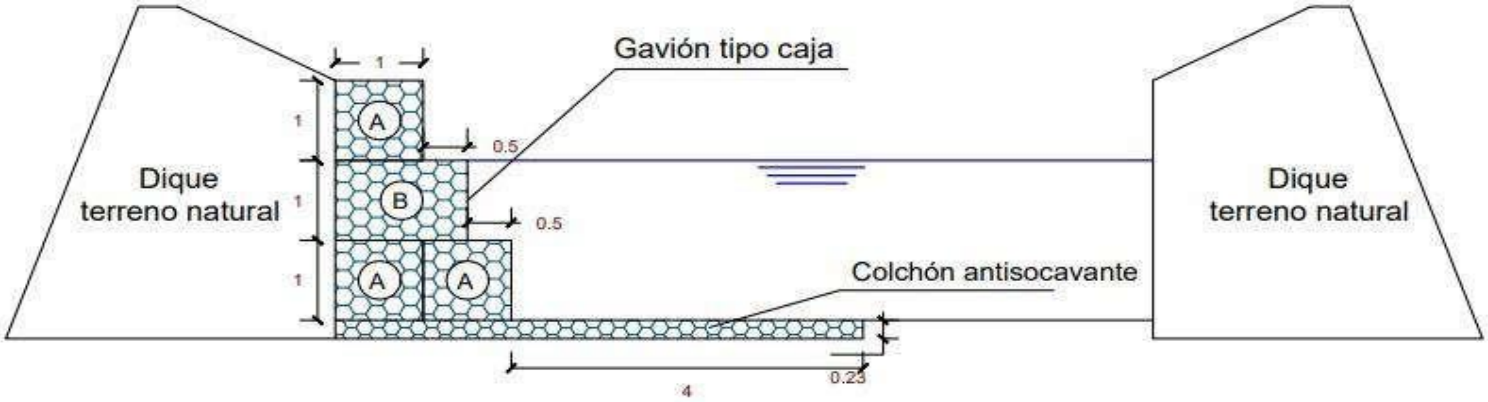
Universidad San Martin de Porres	
Facultad de Ingenieria y Arquitectura	
EAP: TALLER DE TESIS	
Tesis para optar por el titulo de Ingeniero Civil	
Titulo de la tesis:	**Diseño de defensa ribereña para la quebrada Malanche**
Alumno:	**Ormeño Gil Johan Armando**
Titulo del Plano:	**Sección Gaviones** — **P-01** — **Junio 2023**



Sección III Gavión
(PROG. 6+200 - 7+600)

Esc.: 1:1000

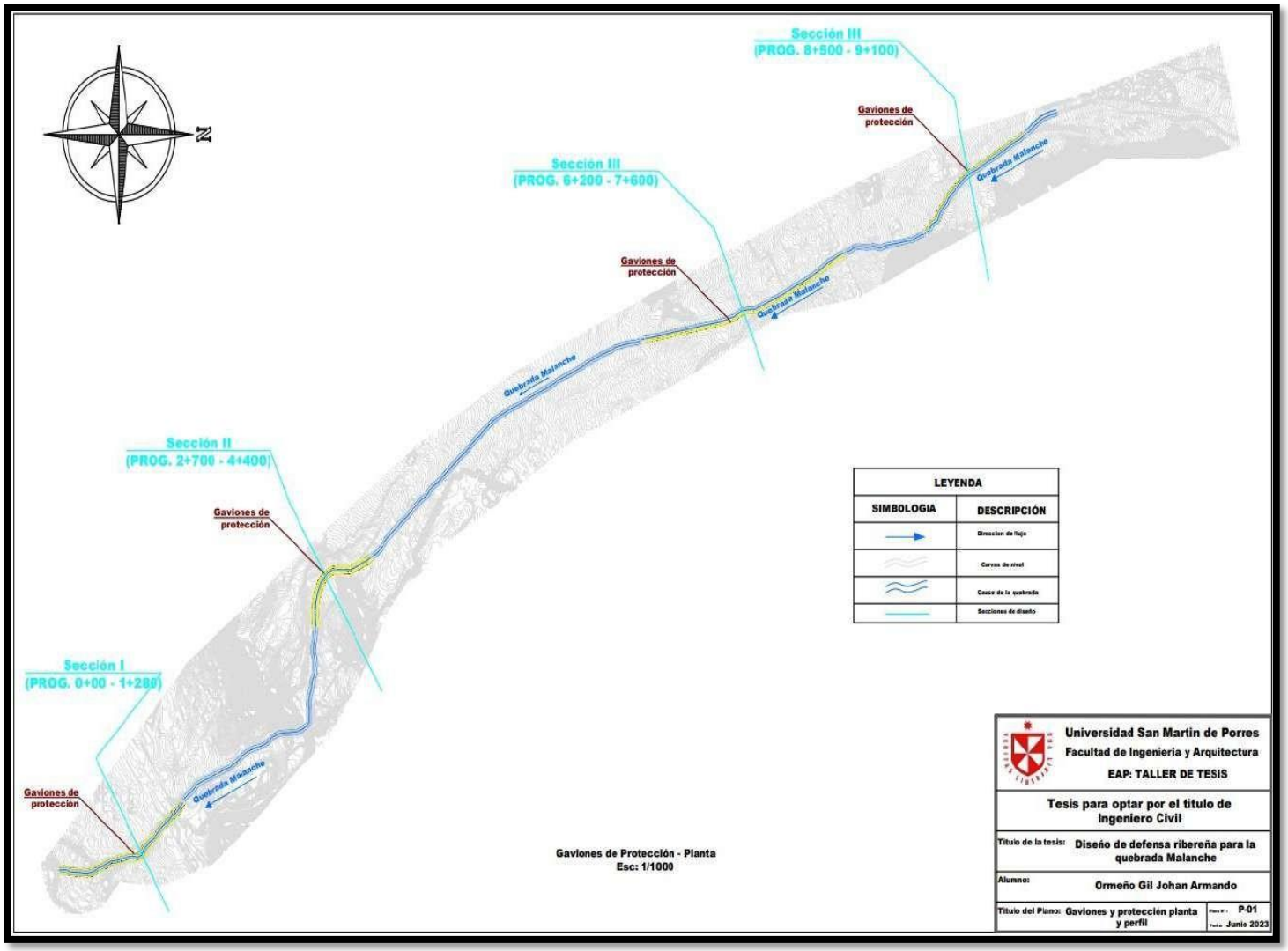
Universidad San Martin de Porres	
Facultad de Ingenieria y Arquitectura	
EAP: TALLER DE TESIS	
Tesis para optar por el titulo de Ingeniero Civil	
Titulo de la tesis:	**Diseño de defensa ribereña para la quebrada Malanche**
Alumno:	**Ormeño Gil Johan Armando**
Titulo del Plano:	**Sección Gaviones**
Plano N°:	**P-01**
Fecha:	**Junio 2023**



Sección III Gavión
(PROG. 8+500 - 9+100)

Esc.: 1:1000

Universidad San Martin de Porres **Facultad de Ingenieria y Arquitectura** **EAP: TALLER DE TESIS**	
Tesis para optar por el titulo de Ingeniero Civil	
Titulo de la tesis:	**Diseño de defensa ribereña para la quebrada Malanche**
Alumno:	**Ormeño Gil Johan Armando**
Titulo del Plano: **Sección Gaviones**	Plano N° : **P-01** Fecha: **Junio 2023**


Sección III
(PROG. 8+500 - 9+100)
Gaviones de protección
Quebrada Malanche
Sección III
(PROG. 6+200 - 7+600)
Gaviones de protección
Quebrada Malanche
Quebrada Malanche
Sección II
(PROG. 2+700 - 4+400)
Gaviones de protección
Sección I
(PROG. 0+00 - 1+280)
Quebrada Malanche
Gaviones de protección
N
LEYENDA
SIMBOLOGIA
DESCRIPCIÓN
Direccion de flujo
Curvas de nivel
Cauce de la quebrada
Secciones de diseño
Gaviones de Protección - Planta
Esc: 1/1000
Universidad San Martin de Porres
Facultad de Ingenieria y Arquitectura
EAP: TALLER DE TESIS
Tesis para optar por el titulo de Ingeniero Civil
Titulo de la tesis: Diseño de defensa ribereña para la quebrada Malanche
Alumno: Ormeño Gil Johan Armando
Titulo del Plano: Gaviones y proteccion planta y perfil
Plano N°: P-01
Fecha: Junio 2023